



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

부산항 신항 가덕수도의 선박통항 안전성 향상방안에 관한 연구

A Study on the Improvement of Vessel Traffic Safety at the
Gadeok Sudo in Busan New Port



指導教授 南 奇 燦

2011 年 2 月

韓國海洋大學校 海事產業大學院

港 灣 物 流 學 科

金 學 烈

本 論文을 金學烈의 物流學碩士 學位論文으로 認准함

위원장 신 재 영 ⑩

위 원 박 진 희 ⑩

위 원 남 기 찬 ⑩



2011 年 2 月

한국해양대학교 해사산업대학원

목 차

표 목 차

그림목차

Abstract

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 선행연구의 고찰	4
1.3 연구의 방법 및 범위	6
제 2 장 자연환경 조사·분석	8
2.1 기상요소 분석	8
2.2 해양요소 분석	23
제 3 장 해상 교통흐름 및 혼잡도 조사·분석	30
3.1 해상교통조사 개요 및 방법	30
3.2 해상 교통흐름 분석	31
3.3 해상 교통 혼잡도 분석	58
3.4 부산항 신항 입출항 선박 실적현황 분석	65

제 4 장	해양사고 및 발생요인 조사 · 분석	70
4.1	해양사고의 기본개념	72
4.2	해양사고의 발생요인 분석	74
4.3	해양사고 발생추이 분석	81
4.4	어선의 해양사고 현황분석	83
4.5	부산항 신항 가덕수도 해양사고 분석	87
제 5 장	분석결과 및 선박통항 안정성 향상방안	97
5.1	해상교통 환경조사 분석결과	97
5.2	선박통항 안전성 향상방안	101
제 6 장	결 론	111
6.1	요 약	111
6.2	제언 및 향후과제	113

참 고 문 헌

표 목 차

<표 2-1> 월별 풍속 및 풍향(2000~2009년)	13
<표 2-2> 주요 태풍의 풍향과 최대 순간풍속	18
<표 2-3> 부산지방의 태풍 관련 주요 최고기록	19
<표 2-4> 월별 안개발생 일수	21
<표 2-5> 월별 안개계속 시간	22
<표 2-6> 연안 통항로 제원 현황표	29
<표 3-1> 선종별 통항척수 및 비율	33
<표 3-2> 관내 연안여객선 운항 현황	36
<표 3-3> 관내 주요 조선업체 현황	39
<표 3-4> 선박크기별 통항 척수 및 비율	42
<표 3-5> 조사 일자별 통항 척수	46
<표 3-6> 시간대별 통항선박의 척수	47
<표 3-7> OD 라인 설정내용	49
<표 3-8> OD별 통항 척수	56
<표 3-9> OD별 운항속력	57
<표 3-10> 부산항 가덕수도 출입항로 최소(최대)교통용량	60
<표 3-11> 우리나라의 톤수 그룹별 대표 선박 길이와 L ² 환산계수	61
<표 3-12> L ² 환산 교통량	62

<표 3-13> 시간당 평균 L^2 환산 교통량	62
<표 3-14> 부산항 신항 가덕수도의 교통 혼잡도 예측결과	63
<표 3-15> 선박 톤수별 입(출)항 실적현황	66
<표 3-16> 선박 종류별 입(출)항 실적현황	67
<표 3-17> 부산항 북항과 신항간 입(출)항선 대비표	68
<표 4-1> 해양사고의 종류별 분류	73
<표 4-2> 사고 종류별 해양사고 원인현황 (2005~2009년)	75
<표 4-3> 충돌시 시정상태(재결분)	77
<표 4-4> 선종별 선령분포(선령 20년 이상의 노후선박)	78
<표 4-5> 해역별 충돌사고현황(재결분)	80
<표 4-6> 선박 용도별 해양사고 발생 현황	82
<표 4-7> 충돌사고 원인별 발생현황(재결분)	84
<표 4-8> 발생 종류별 현황 분석	85
<표 4-9> 어선 해양사고 해역별 발생현황	86
<표 4-10> 사고유형별 해양사고 분석	90
<표 4-11> 선종별 해양사고	91
<표 4-12> 발생 시간대별 해양사고	92
<표 4-13> 원인별 해양사고 분석	93
<표 5-1> 선종별 해양사고 발생현황	108

그 립 목 차

<그림 1-1> 연구의 흐름도	7
<그림 2-1> 기상상황 월별산출 평균값	10
<그림 2-2> 대기 대순환의 모식도	11
<그림 2-3> 연 지상풍의 바람장미도	12
<그림 2-4> 열대저기압(tropical cyclone)	14
<그림 2-5> 한반도에 영향을 준 영향 태풍(연도별 발생횟수)	15
<그림 2-6> 1959년 한반도에 영향을 준 태풍(연중 최다내습)	15
<그림 2-7> 2003년 태풍 “매미”의 영향	16
<그림 2-8> 월별 안개발생 일수	21
<그림 2-9> 가덕도 조위 관측소	23
<그림 2-10> 최강 창조류 흐름도	25
<그림 2-11> 최강 낙조류 흐름도	25
<그림 2-12> 가덕수도와 연계된 인근 항로 흐름도	26
<그림 2-13> 태풍 “DIANMU” 내습시 가덕수도 통항선박 현황	28
<그림 2-14> 태풍 “DIANMU” 내습시 진해만 피항 선박 현황	28
<그림 3-1> 해상교통 자료 수집 분석 장면	30
<그림 3-2> 조사기간 중 전체 통항선박 항적도	31
<그림 3-3> 가덕수도 통항선박 항별 분포도(2010년 7월 기준)	32
<그림 3-4> 선종별 통항비율	33
<그림 3-5> 화물선 항적도	34

<그림 3-6> 컨테이너선 항적도	35
<그림 3-7> 여객선 항적도	36
<그림 3-8> 위험물 운반선 항적도	37
<그림 3-9> 군함 항적도	38
<그림 3-10> 예부선 항적도	39
<그림 3-11> 어선조업 상황도	41
<그림 3-12> 선박충돌 상황도	41
<그림 3-13> 선박 크기별 통항 척수 분포도	43
<그림 3-14> 7월 5일 항적도	43
<그림 3-15> 7월 6일 항적도	44
<그림 3-16> 7월 7일 항적도	44
<그림 3-17> 7월 8일 항적도	45
<그림 3-18> 7월 9일 항적도	45
<그림 3-19> 일자별 통항척수 그래프	46
<그림 3-20> 시간당 통항척수 및 평균통항척수	48
<그림 3-21> OD 라인 설정지점	49
<그림 3-22> A↔B 항적도	50
<그림 3-23> A↔C 항적도	50
<그림 3-24> B↔C 항적도	51
<그림 3-25> B↔D 항적도	51
<그림 3-26> D↔E 항적도	52
<그림 3-27> C↔F 항적도	53

<그림 3-28> F↔G 항적도	53
<그림 3-29> B↔G 항적도	54
<그림 3-30> C↔G 항적도	54
<그림 3-31> OD별 통항척수 분포도	55
<그림 3-32> 충분한 수역에서의 선박의 점용영역	60
<그림 3-33> 선박톤수별 입(출)항 실적현황(2007~2009년)	66
<그림 3-34> 선박종류별 입(출)항 실적현황(2007~2009년)	68
<그림 3-35> 부산항 북항과 신항간 입(출)항선 대비	69
<그림 4-1> 선령별 등록선박 현황(일반선박)	79
<그림 4-2> 선령별 등록선박 현황(어선)	79
<그림 4-3> 최근 5년간 해양사고 추이	81
<그림 4-4> 선박 용도별 해양사고 발생비율	82
<그림 4-5> 예·부선간의 충돌사고 건	88
<그림 4-6> 연도별 해양사고 변화 추이	90
<그림 4-7> 선종별 해양사고 발생 비율	91
<그림 4-8> 계절별 해양사고 빈도	92
<그림 4-9> 해양사고 발생위치도	94
<그림 4-10> 해양사고 발생위치별 비율	94
<그림 5-1> 부산 신항 가덕수도 Critical Point	100
<그림 5-2> 연안통항대 운항선박	102
<그림 5-3> Short Cut 항행선박 현황	104
<그림 5-4> 평수구역 확대조정 구획선	104

<그림 5-5> 가덕수도 접근수역 TSS ZONE	105
<그림 5-6> 신항 항로 폭 확장	107
<그림 5-7> 가덕수도 항로표지 일부 폐지	108



A Study on the Improvement of Vessel Traffic Safety at the Gadeok Sudo in Busan New Port

kim, Hak-Yeol

Department of Port Logistics
Graduate School of Maritime Industrial studies
Korea Maritime University

Abstract

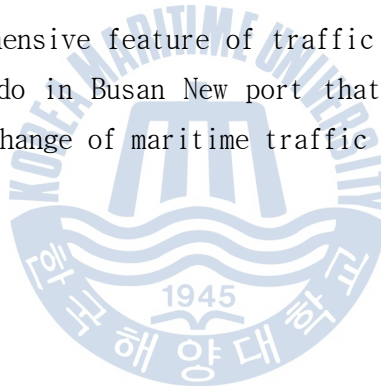
In case of Busan New Port, Traffic congestion index is very large because vessel traffic volume has been rapidly increased every year, expected approx. 92,000 vessels in 2010, such as the reason of expanding new port facilities and constructions, increase of vessels' traffic such as construction salvages and Tows due to constructions of the Geo-ga Bridge and submarine tunnel, as well as geographically located at the entrance of the Jinhae Bay including port of Masan, Jinhae, Tongyeong and Anjeong and increase of vessels' traffic such as dangerous cargoes, Tows, and all kinds of common vessels caused by increasing coastal logistics due to development of the adjacent industrial area.

Besides, by launching the 2nd port of Busan, at the moment(Oct, 2010) 18 Piers are being operated in New Port in order to enhance the dignity of logistic hub port of the 21st century in Northeast Asia, and will have completed 30 Piers until 2015 for the completion of New Port. As well as the other risk of the marine traffic accident is expected to increase more and more due to rapid increase of vessel traffic including large full containers(over 100,000G/T) because it is scheduled to build additional pier of Fuel oil supply and maintenance shipyard nearby

entrance of New Port breakwater.

Accordingly, It is necessary that the analysis of marine accident in order to manage vessel traffic safely and the element which will be effected on vessel traffic caused by surrounding natural environment, navigation and situation of entering and leaving vessels at the above same area. With analysis and research of various kinds of these circumstances, I did not judge quantitative evaluation but also can be a basic material to draw risks of traffic and predictions of upcoming traffic stream.

On this study, I'd like to make a suggestion how to improve vessel's traffic safety in accordance with drawn risk element after I implemented throughly research and analysis on maritime accident and the element which will be effected on vessel traffic caused by surrounding natural environment and comprehensive feature of traffic stream in this area, on the basis of Gadeok-Sudo in Busan New port that traffic volume is very high and congested by change of maritime traffic circumstance.



제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 동북아시아가 EU, NAFTA와 함께 세계 3대 경제권의 하나로 급부상하고 있다. 국가 간의 무역장벽이 낮아지면서 무한경쟁체제가 심화되는 시대적 상황과 아울러 중국을 중심으로 동북아 물류환경이 빠르게 변화되고 있다. 이러한 시대적 변화에 부응하여 국제 무역량은 지속적으로 증가되어 왔으며, 국제 무역량의 대부분이 해상운송에 의존하고 있는 만큼 해상을 오가는 선박의 수가 많아지고 대형화와 고속화 및 화물별로 전문화되는 등 해상교통 환경이 날로 변화되고 있다.

한편 부산항 신항의 경우 항만개발 및 확충에 따른 준설, 부두축조, 거가대교, 침매터널 등의 각종 공사로 인한 통항량 급증과 지리적 여건상 진해, 마산, 통영, 안정 항 등 인근 항만의 길목에 위치해 있고, 임해 공업지역의 개발로 인한 연안물류의 증가현상으로 일반 상선의 증가는 물론이고 위험물 운반선 및 예부선, 여객선, 군함 등 연간 92,300여척의 선박들이 통항하는 혼잡하고 교통밀도가 매우 높은 항만이다.

뿐만 아니라, 부산항 제2개항 시대를 열며 21세기 동북아시아 물류 중심항으로서의 위상을 갖추기 위해 2010년 10월 현재 18선석이 개발 운영되고 있으며, 2015년 완공을 목표로 총 30개의 선석을 연차적으로 개발 할 예정이다. 또한 선박급유 및 유류중개기지와의 수리 조선단지 건립을 추진하고 있어 이에 따른 급격한 선박 교통량 증가 및 대형 컨테이너 선박의 통항 등 해상교통 환경변화를 예고하고 있어 사고의 개연성이 더 한층 높아지고 있다.

지난 2009년 12월 가덕수도 해역에서 풍압과 횡조류에 의한 예·부선 간의 충돌사고, 2010년 1월 신항만 내에서 항해부주의에 의한 여객선과 통선 간의 충돌사고, 2010년 1월 항계 밖 외해에서 기상악화로 인한 압항 예부선의 침몰사고 등 항만 및 인근해역에서 크고 작은 해양사고가 발생하여 귀중한 생명과 재산상의 손실 및 환경오염을 초래한 바 있다.

또한 해상운송의 대상이 일반화물, 원유, 각종석유제품, Chemical, LPG, LNG 등 위험화물 비중이 높은 것을 고려할 때 우리나라 항만 및 연안해역의 환경에

잠재적 위협이 되고 있으며 이는 환경의 문제를 넘어서 심각한 사회문제로 발전할 가능성이 높다.

따라서 해상교통안전에 위해가 될 수 있는 잠재적 요소들을 사전 발굴하여 위해요소에 대한 환경개선 및 중점관리를 통한 보다 효율적이고 체계화된 위해요소 관리 시스템 운영을 위해서 정부 관계기관, 실무자, 학계, 전문가 등의 꾸준한 연구로 발전방향을 모색해 보아야 할 것으로 사료된다.

이에 대한 일환으로 해상교통 환경개선을 위해 현재 국토해양부는 허베이 스피리트호 유류유출사고(2007.12.07. 충남 태안군)와 같은 대형 해양오염사고 방지를 위하여 대형원유선(가스선)이 입출항하는 주요항만에 대한 해상교통 환경개선을 추진하고 있다.

이를 위해 지난 2008년 4월 인천항, 광양항, 울산항, 평택 당진항, 대산항, 지세포 석유비축기지 및 안정 LNG 비축기지의 출입항로, 정박지, 해상교통관제 등에 대하여 위해요소를 발굴하고 위해요소별 개선방안을 마련 중이며, 이중 특히, 거제도 지세포 석유비축기지의 통항안전성, 광양항의 해상환적과 소형선박의 무질서한 항내 통항 등 시급한 사항에 대해서는 이미 추진 중에 있다.

그러나, 해상교통 환경개선에 따른 외형성장과는 달리 각 항만의 특성을 고려한 교통 환경변화 및 잠재적 위험요소에 대한 보다 세부적인 요소까지 다루지 못하고 있는 실정이다. 이렇듯 정부의 의지 또한 현재의 해상교통안전의 위해성과 중요성을 인식하고 다각도로 방안을 모색하고 있으나, 불가피하게 임시적인 대책에 머무르고 명확한 목표를 지향하지 못한다면, 결국 현재까지 추진해온 해상교통 환경개선에 대한 신뢰를 훼손시키고 새롭게 변화 할 수 있는 해상교통안전 확보는 미궁에 빠지고 말 것이다.

또한 동북아 물류거점 항만으로서의 세계적 항만을 목표로 부산항 신항을 지난 1995년에 착공 2015년 완공을 목표로 개발 중에 있으나, 해상교통 환경변화에 따른 전반적인 조사 및 환경평가 연구가 이루어지고 있지 않는 실정이다. 따라서 현재 상황을 인식한 동 항만에 대한 해상교통 환경평가 및 보다 효율적이고 체계화된 해상교통안전 관리시스템 운영으로 선박의 안전운항을 확보하고 해양오염을 방지해야 할 것이며, 관계기관 및 관련 전문가들의 지속적인 관심과 연구를 통한 철저한 준비가 요구된다.

부산항 신항 인근 해역의 통항선박 급증 및 해상교통 환경변화에 따른 교통이 혼잡하고 교차하는 교통밀도가 높은 수역을 중심으로 선박통항의 안전성에

영향을 줄만한 환경에 대한 합리적인 평가와 위험도에 대한 효율적인 관리를 위해서는 사전에 해상교통량 조사를 실시 그 해역을 통항하는 선박의 특성 및 통항패턴, 교통흐름 등을 파악할 필요가 있다.

또한 동해역에 대한 동적 교통량과 입출항 실적현황 및 선박의 항행에 지대한 영향을 미치는 요소라 할 수 있는 자연환경 요소와 해양사고 등에 대한 분석은 선박의 항행관리를 위하여 반드시 필요한 수단이다. 이러한 제반환경을 조사 분석함으로써 정량적 평가는 물론 장래의 교통흐름의 추정과 선박항행의 위해요소를 도출하는데 기초자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구의 과정에 있어서 해상교통조사의 선박통항관련 수집된 자료에 대한 분석과정이 일부 수작업에 의존하였고, 또한 데이터 탐지가 불가한 극히 소형선박과 잡종선, 어선 등의 경우에 데이터 처리가 안 되어 실제 통항선박과의 오차가 있을 수 있다. 또한 향후 연차적인 부산항 신항 건설계획과 임해공업지역 개발에 따른 해상교통 환경변화를 예고하고 있어 현재 또는 장래의 선박통항 안전을 고려한 현실적이고 적시성 있는 해결책을 모색하는데 본 연구의 한계점이 있음을 밝혀둔다.

본 연구의 목적은 부산항 신항 인근해역에 대한 교통이 혼잡하고 교차하는 교통밀도가 높은 가덕수도를 중심으로 선박통항에 영향을 미칠 수 있는 요소들에 대한 해상교통 환경 조사·분석을 통해 위해요소를 도출 환경개선에 따른 선박통항 안전성 향상방안을 제언하는데 있다.

1.2 선행연구의 고찰

지난 2007년 12월 충남 태안 해역에서 발생한 허베이 스피리트호의 대규모 유류유출사고로 인해 자연생태계 파괴는 물론 엄청난 사회적·국가적 손실을 가져왔다. 이와 같은 크고 작은 해양사고 방지를 위해 국토해양부는 대형원유선(가스선)이 입출항하는 주요 항만 및 교통 환경이 취약한 연안항로에 대해 환경개선을 추진하고 있다. 그러나 환경개선에 따른 외형성장과는 달리 각 항만의 특성을 고려한 교통 환경변화 및 잠재적 위험요소에 대한 보다 세부적인 요소까지 다루지 못하고 있는 실정이다.

2006년 1월 부산항 신항 개장이후 해상교통 환경 변화에 따른 가덕수도 부근 해역에 대한 해상교통조사 및 실증적 연구는 아직 미진한 수준이며, 당해 해역에 대한 해상교통 환경평가에 관한 주제를 다룬 기존의 연구들을 살펴본 결과 그 수가 극히 제한되어 있을 뿐만 아니라 연구방법 및 결과 마저 일관된 모습을 보이고 있지 않다.

국토해양부 해사안전정책과(2009)에서 조사한 “전국무역항 위해요소 결과 분석”의 경우 항로·정박지·부두·표지·관제·항만운영 등에 대한 포괄적인 내용을 다루었으나, 세부적인 내용을 간과한 항법이나 항행상의 권고·주의사항 등의 일반적 내용에 편중된 경향으로 실효성에 대한 문제점이 있는 것으로 나타났다.

또한 한국해양대학교 해사산업연구소(2009)에서 실시한 “진해만 해역 해상교통 환경평가 연구용역 보고서”는 부산항 신항 가덕수도를 포함한 마산, 통영, 고현, 진해만 일대에 대한 전반적인 내용으로 과학적인 시뮬레이션을 통한 각 항로에 대한 적정성과 혼잡도를 분석 위해요소를 도출하였으나, 이 또한 부산 신항만 가덕수도에 대한 항만 특성과 잠재적 위해요소를 간과한 분석에 그쳐 세부적인 요소까지 다루지 못하고 있는 것으로 파악되었다.

본 연구는 위와 같은 당해해역에 대한 기존연구와 몇 가지 구별되는 특징을 가지고 있다.

첫째, 부산항 신항 가덕수도에 대한 선박통항의 안전에 지대한 영향을 미칠 수 있는 해상교통흐름 및 통항패턴 등의 해상교통량에 대해 다각적인 관점에서 심층적 분석을 실시하였다는 점에서 기존의 연구들과 차별화하였다.

둘째, 해상교통 환경에 대한 실증적 분석을 토대로 가덕수도 및 신항로에 대한 환경적인 중요 위험지점(Critical Point)에 대해 구역별로 세분하여 위험요소를 구체화하였다.

셋째, 당해 해역에 대해 A~G까지 7개의 OD지점을 설정하여 통항선박의 보다 정밀한 분석을 위해 가덕수도를 중심으로 부근해역에 대한 기종점 통항분석(OD : Origin and Destination survey)¹⁾을 실시하였다.

넷째, 선박 통항관리 업무에 대한 다년간의 실무적 경험과 선박 운항자, 도선사 등 현장의 목소리를 바탕으로 실용적인 연구논문에 주안점을 두었다.

위와 같이 본 연구에서는 해상교통 환경변화에 따른 잠재적 위해요소에 대해 심층적인 조사 분석을 실시하여 환경개선을 통한 선박통항 안전성 향상방안에 대해 제언하였다는 점에 주목할 필요가 있다.



1) 기종점 통항분석 : 항적데이터를 OD별로 분류하고, 항행의 큰 흐름을 몇 개로 단순화하는 작업을 통해 각각의 경로대별로 나타내고, 척수의 집계와 분석을 실시함으로써 대상해역의 전체 흐름을 파악하고, 해당 해역의 선박통항의 집중도와 위험도를 판단할 수 있는 분석과정이다.(김대희 외, 2007)

1.3 연구의 방법 및 범위

본 연구는 부산항 신항 가덕수도에 대한 선박통항 안전성 평가를 위해 문헌 고찰과 실증적 조사방법을 병행 자연환경 및 해상교통, 해양사고 등 각 평가 항목에 대해 주요 요소를 세분화 하여 조사 분석하였다.

실증적 조사방법으로는 비교적 교통이 혼잡한 가덕수도를 중심으로 해당해역에 대한 현장답사 및 부산항 신항 VTS 관제센터에서 수집된 정보를 바탕으로 AIS²⁾ 및 RADAR, 전자해도를 기반으로 한 동적 교통량을 분석하고, 기상청 및 국립해양조사원의 해양기상관측자료, 해양안전심판원 등의 해양사고 통계자료 등을 수집 분석하였다.

본 연구의 각 장별 내용은 다음과 같다.

제 2장은 부산 신항만 가덕수도 부근해역에 대한 기상 및 해양환경, 지형적 특성 등 기본적인 자연환경에 대해 분석을 실시하였으며, 이러한 요소가 선박통항의 안전성에 미치는 영향을 논하였다.

제 3장은 선박통항의 안전성에 가장 영향을 크게 미칠 수 있는 해상교통 흐름을 항목별로 분류하여 분석을 실시하고, 현재의 통항패턴 및 교통량을 기준으로 미래에 대한 교통량과 혼잡도를 추정·분석하였으며, 또한 신항 입출항 선박의 변동추이를 파악하였다.

제 4장 본 장에서는 해양사고에 대한 기본적인 개념과 종류 및 최근 5년간 우리나라 선박에 대한 국내외 해양사고 발생현황 및 사고원인 등에 대한 요인 분석과 본 연구대상 해역에 대한 전반적인 조사·분석을 실시하였다.

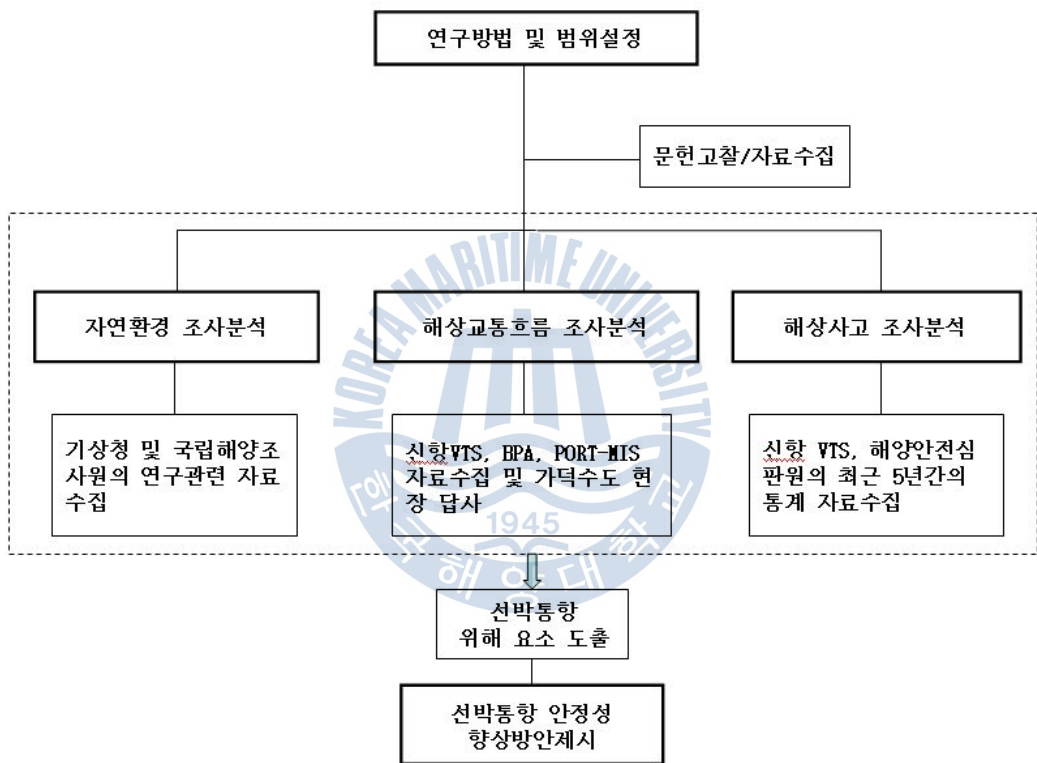
또한 부산항 신항 개장이후 항만 부근해상에서 발생한 해양사고를 원인별, 선종별, 톤수별, 계절별, 시간별, 해역별 등으로 세분하여 분석을 실시하였으며, 이는 향후 발생 가능한 유사사고에 대한 예방책과 선박 통항안전을 위한 계획·수립 등의 기초 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

2) 선박자동식별장치(Automatic Identification System) : 정적 정보, 동적 정보, 기타 항행안전정보 등을 제공한다. ① 정적 정보로는 선박 이름, 선박 명세(선박종류, 선박길이, 호출부호, 선주, IMO 번호) 등 선박에 대한 고정적 정보를 포함하고 있고 ② 동적 정보는 선박의 위치, 속력, 선수방향 및 변침정보 등이 있으며, ③ 기타 안전 정보에는 출항지, 목적항, 화물의 종류 및 기타 항행안전 관련 정보 등을 Text 문자로 송수신하는 기능을 가지고 있다.

제 5장은 부산항 신항 가덕수도에 대한 해상교통 환경조사 분석 결과 및 선박통항 안정성 향상방안에 대해 제언하였다.

제 6장 결론에서는 본 연구를 종합 요약하고 연구에 대한 제언과 향후 연구 방향을 제시하였다.

그리고 본 연구목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 세 가지 단계로 나누어 연구를 수행하였다.



<그림 1-1> 연구의 흐름도

제 2장 자연환경 조사·분석

2.1 기상요소 분석

2.1.1 기후특성 분석

부산은 동아시아 계절풍이 탁월한 유라시아 대륙의 동쪽 한반도의 남 동단에 위치하고 있기 때문에 4계절이 뚜렷한 온대기후를 나타낸다.

첫째로 봄은 3월 초순에 시작하여 6월 말경에 끝나는 계절이다. 시베리아 고기압의 세력이 약화됨에 따라 기온이 영상으로 올라가며, 평균기온은 14.9℃로 인근 지방인 울산이나 통영지방보다 기온이 높은 편이나, 봄바람이 무척 강하기 때문에 체감온도는 상당히 낮아 봄이 없는 것처럼 느껴지는 것이 특징이다. 부산의 봄은 3월이 되면 매화가 만개하고, 중순 이후 민들레가 핀다. 4월에 들어서면 복숭아꽃이 활짝 피고, 제비가 날아들며 개구리가 나온다. 봄에는 일교차가 매우 크고, 이상건조, 황사, 늦서리 같은 특수한 기상현상이 나타난다.

둘째로 여름은 6월 말에 시작하여 9월 초순까지로, 6월말부터 8월초까지 장마가 시작된다. 7월의 월평균기온은 23.9℃이고 기온의 일교차가 5.3℃로써 아주 작은 편이다. 그러나 강수량이 가장 많은 계절로, 연 총강수량 50~60%가 내린다. 7월 하순부터 8월 중순까지 일 최고 기온 32℃이상의 무더위가 수주일간 계속되기도 한다. 또 밤에도 최저기온이 25℃이상이 되어 잠 이루기 힘든 열대야가 수주일간 나타나기도 한다.

셋째로 가을은 9월 초순에서 11월 말까지의 계절로, 대륙의 고기압이 점차 발달하여 부산지역은 맑은 날을 맞는다. 또한 이동성 고기압의 영향으로 날씨가 주기적으로 변하여 9월에 들어서면 아침저녁으로는 서늘해지기 시작한다. 부산의 9월 평균기온은 21.8℃, 10월은 17℃이나, 11월부터는 한랭한 북서풍이 강하게 불어 기온은 급강하기 시작한다.

마지막으로 겨울은 11월 말부터 이듬해 2월 말경에 끝나는 계절이다. 시베리아 기단에서 발생한 한랭한 북서계절풍의 영향으로 차고 매서운 바람이 불어들며, 따라서 기온이 자주 영하로 내려간다. 그러나 북서계절풍은 3~4일을 주기로 강하기도 하고 약해지면서 이른바 "삼한사온"의 현상을 나타내기도 한다.

부산의 겨울 평균기온은 3.8℃정도로써 우리나라에서는 제주도 다음으로 겨

울철이 온화하다. 일 최저기온이 0℃이하인 일수가 부산은 53일로써 제주도를 제외하고 가장 적다.

이렇듯 우리나라는 지리적으로 중위도 온대성 기후대에 위치하여 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절이 뚜렷하게 나타난다. 겨울에는 한랭 건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하며, 여름에는 고온 다습한 북태평양 고기압의 영향으로 무더운 날씨를 보이고, 봄과 가을에는 이동성 고기압의 영향으로 맑고 건조한 날이 많다.

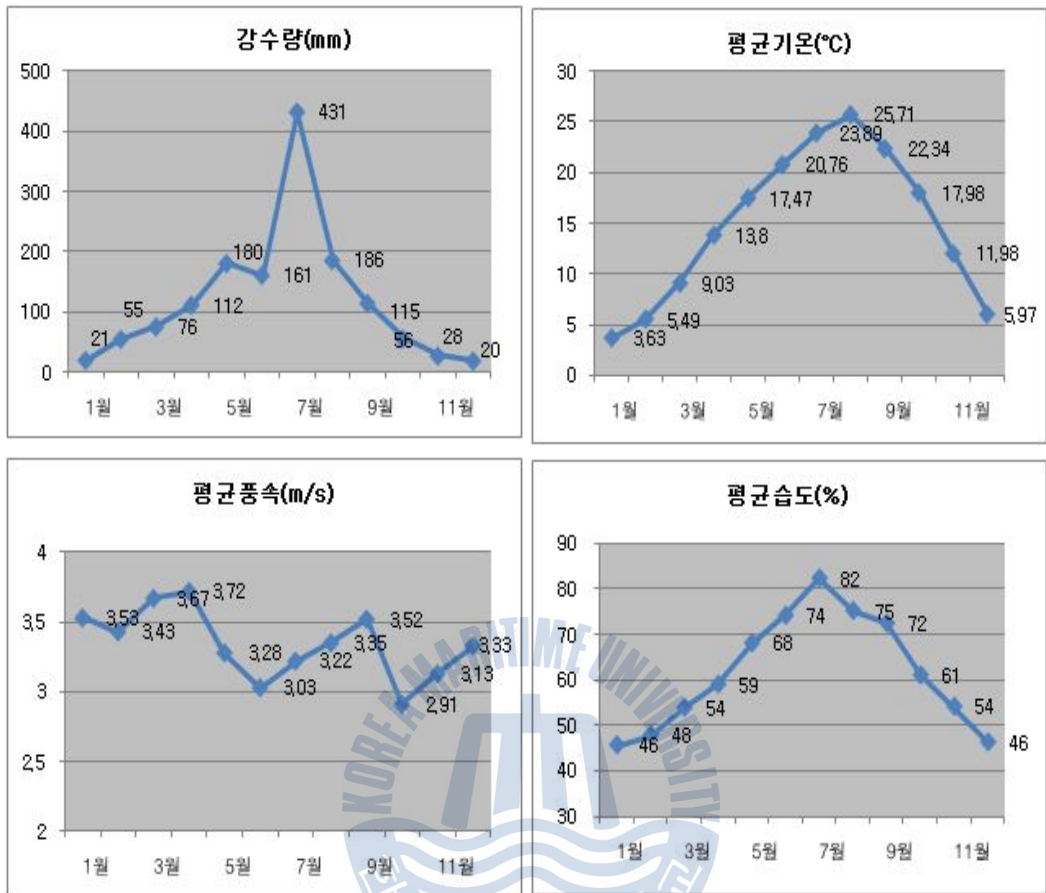
본 연구에서는 이러한 기후특성 검토를 위해 기상청의 부산지역의 기상데이터를 이용하였다. 부산지역에는 현재 부산지방기상청과 해안지역인 영도구, 해운대구, 수영구, 남구, 강서구, 기장군의 6개소와 내륙지역인 북구, 부산진구, 금정구, 동구의 4개소, 총 10개소의 AWS(Automatic Weather System) 기상관측지점이 설치 운영되고 있다.

기상관측항목으로는 부산지방기상청에서는 풍향, 풍속, 강수량, 일사량에 대해 1시간 간격으로 측정하고 있으며 기온, 상대습도, 운량은 3시간 간격으로 측정하고 있다. 또한 지중온도에 대해서는 지중 0.05m, 0.1m, 0.2m, 0.3m, 0.5m, 1.0m, 1.5m, 3.0m, 5.0m에서 일일 1회 또는 4회 측정하고 있다.

한편, 10개소의 AWS 기상관측지점에서는 기온, 풍향 및 풍속, 강수량에 대해 매시간 측정하고 있으나 기상자료로써 공개되는 것은 일평균기온, 일 최고 및 최저기온, 일평균풍속, 일강수량, 월평균기온, 월 최고 및 최저기온, 월평균풍속, 월강수량 등으로 통계 처리된 항목만을 제공하고 있다.

이러한 기상청의 자료를 토대로 부산지역의 전반적인 기상상황을 강수량 및 기온, 풍속, 평균습도의 관측치를 2000~2009년까지 월별산출 평균값을 구하고 분석하여 <그림 2-1>과 같이 도식화하였다.

분석 결과에 따르면, 년 중 강수량은 장마철인 7월에 집중되어 있음을 알 수 있다. 또한 부산지역의 평균기온 특성은 6월부터 전 지역이 20℃이상을 기록하고 있으며, 9월부터 4~5℃ 하강하기 시작하여 1월까지 이어지고, 2월에는 0.4~0.8℃정도 상승을 시작으로 3월에는 2~3℃, 4월부터 8월까지의 매월 4~5℃정도 상승하는 경향이 있다. 지역의 평균풍속은 4월 중순이 가장 강한데 초속 3.72m/s 정도이고, 6월 중순과 10월 하순이 가장 약한 평균 초속 2.91m/s정도를 보인다. 평균습도 또한 우기철인 6~8월에 가장 높은 것으로 나타났다.



<그림 2-1> 기상상황 월별산출 평균값

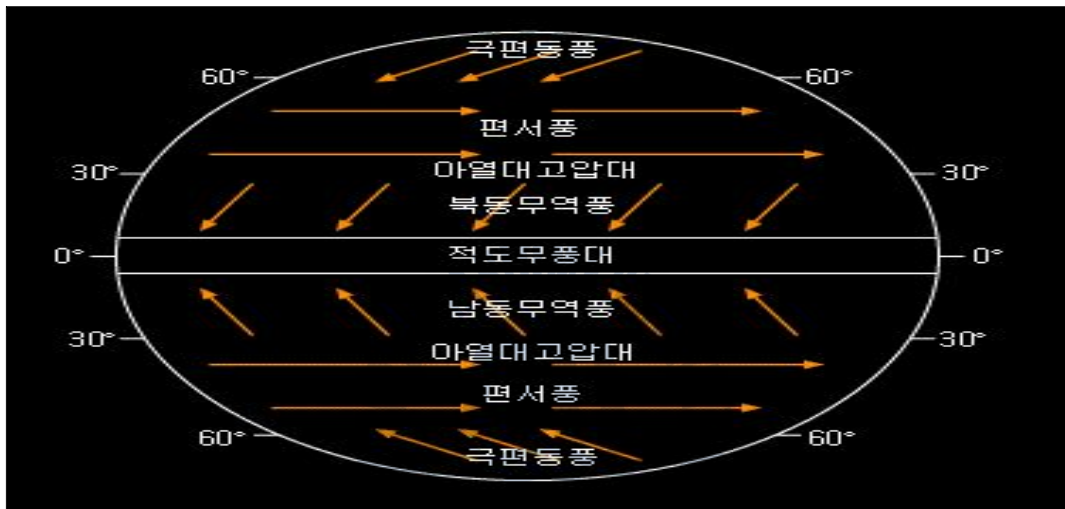
이 장에서는 상기와 같은 기상특성을 보이는 부산지방의 최근 10년간(2000~2009년)의 기상관측 자료를 토대로 주요 기상요소의 특성을 파악 분석하였다. 특히 태풍에 대하여는 1951년부터 2009년까지의 근 59년간의 자료를 수집 분석하였다.

2.1.2 바람특성 분석

바람의 특성에 대해서 아래 <그림 2-2>의 대기 대순환 모식도로 나타 낸 바와 같이 우리나라는 위도 30~65도 사이의 중위도 지방에 위치하여 일 년 내내 편서풍이 불어온다. 지상에서는 풍속 3~4m/sec 정도로 끊임없이 부는데, 북반구에서는 계절풍 때문에 육지가 적은 남반구보다는 현저하지 않다.

편서풍(偏西風)은 위도 30도와 60도 사이의 중위도 지역에서 서쪽에서 동쪽

으로 부는 탁월풍을 말한다. 편서풍(The Westerlies) 또는 탁월풍은 30도에서 60도 사이의 중위도에서 지배적이며 마위도(Hore Latitudes, 30~35)의 고압 영역에서에서 극으로 분다. 바람은 주로 북반구에서는 남서쪽에서, 남반구에서는 북서쪽에서 불어온다. 또한 편서풍은 지역에 따라 부분적으로 강하거나 약하게 부는데, 특히 남반구는 북반구보다 중위도 지역에 육지가 적기 때문에 마찰이 줄어들어 바람이 더 강하게 분다. 편서풍은 위도 40도에서 50도 사이(Roaring Forties)에서 가장 강하게 분다.



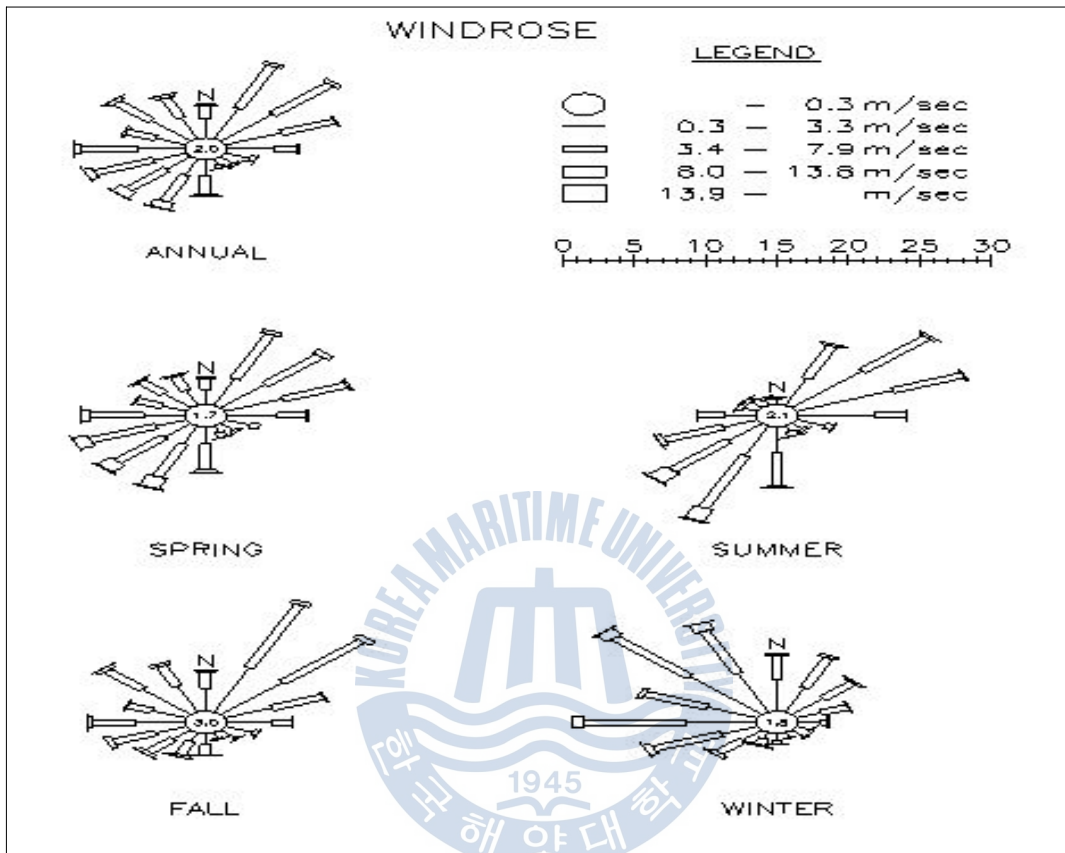
출처 : www.britannica.co.kr(2010)

<그림 2-2> 대기 대순환의 모식도

부산지방에 부는 주 풍향은 지형적 특성에 의하여 <그림 2-3>의 바람장미도³⁾와 같이 NE과 NNE이다. 풍향은 16방향으로 봄철에는 NE과 NNE, SSW의 순으로 우세하고, 여름철의 경우에는 해풍의 영향으로 NE 계열의 바람이 강하고, ENE, SSW이 우세하게 부는 것으로 조사 되었다. 또한 가을에는 SW 계열의 바람이 눈에 띄게 줄어들고 반면에 NE 계열의 바람이 증가한 것으로 파악되었으며, 겨울철에는 계절풍의 영향으로 NW이 다른 계절에 비해 확실히 많아지고 강해진

3) 바람장미는 어떤 관측지점에 대하여 해당 기간 동안 방위별 풍향출현 빈도와 풍향별 풍속계급 빈도를 그래프로 나타낸 것이며, 막대는 바람이 불어오는 방향을 나타내며, 길이는 해당 등급의 바람이 불어온 빈도를 백분율로 나타낸 것이다. 그리고 중앙 원 속의 값은 무풍(0.3m/s 미만)일 경우를 백분율로 나타낸 것이다.

것을 알 수 있는데. 이것은 시베리아 지역과 바다의 큰 비열차가 만들어낸 결과로 판단된다.



출처 : 기상연보(2008)

<그림 2-3> 연 지상풍의 바람장미도(Annual Surface Windroses)

또한 평균풍속은 일 평균풍속 값을 월 평균하여 구한 값이며, 최대풍속은 임의의 10분간 평균풍속 중 최대값이다. 월 평균풍속은 3.34m/s로 나타났으며, 평균풍속의 월 변화는 겨울에 가장 강하고 여름에는 태풍의 영향으로 제법 강한 경향을 보였다.

그리고 소형선박이 항해에 어려움을 느끼는 풍속은 8m/s 이상의 강풍이 부는 경우로, 이러한 강풍(強風)은 한 달 중 보통 20일 이상 나타난 것으로 파악 되어 소형선박의 항행에 있어 바람의 영향은 더 없이 중요한 요소로 판단된다.

<표 2-1> 월별 풍속 및 풍향(2000~2009년)

(단위: m/s)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균풍속	3.53	3.43	3.67	3.72	3.28	3.03	3.22	3.35	3.52	2.91	3.13	3.33
최대풍속 풍향	10.7 NNW	11.4 N	11.8 NNE	12.8 WSW	12.1 SSW	11.8 SW	12.1 SW	12.3 NNW	13.3 WNW	10.1 W	11.3 N	10.8 SSW

2.1.3 폭풍과 태풍특성 분석

열대저기압은 최대풍속에 의해 분류된다. 특히 열대저기압은 <그림 2-4>와 같이 그 발생지역에 따라 북태평양 서부에서는 태풍(TYPHOON), 남인도양에서는 윌리윌리(WILLY WILLY), 벥골만·아라비아해에서는 사이클론(CYCLON), 대서양과 북태평양 동부에서는 허리케인(HURRICANE) 등으로 불린다.

일반적으로 우리나라에서는 열대저기압 중심 부근의 최대풍속이 17m/s를 넘게 되면 태풍이라고 하며, 태풍의 중심 부분에는 반지름 15~50km 정도의 하강기류가 있는 원형지역이 나타나는데, 이를 태풍의 눈이라고 한다. 평균적인 태풍의 크기는 300~600km로 보는데, 때로는 중심에서 800km 떨어진 곳에서 강풍이 나타나기도 한다. 열대저기압 중 허리케인이 단일 재해요인으로써 가장 막대한 피해를 초래한다고 한다. 일반적으로 태풍은 그 발생지·통과중심지·발생순 등으로 이름을 붙인다.



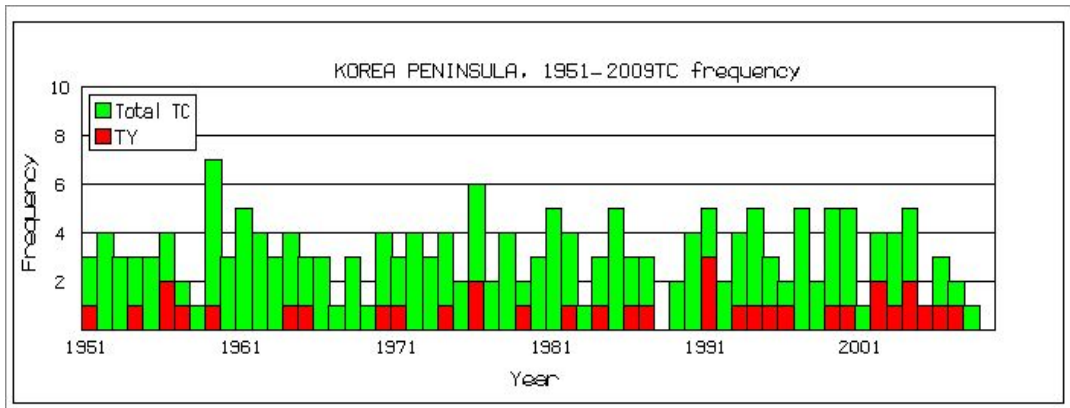
출처 : 두산백과사전(www.encyber.com)

<그림 2-4> 열대저기압(tropical cyclone)

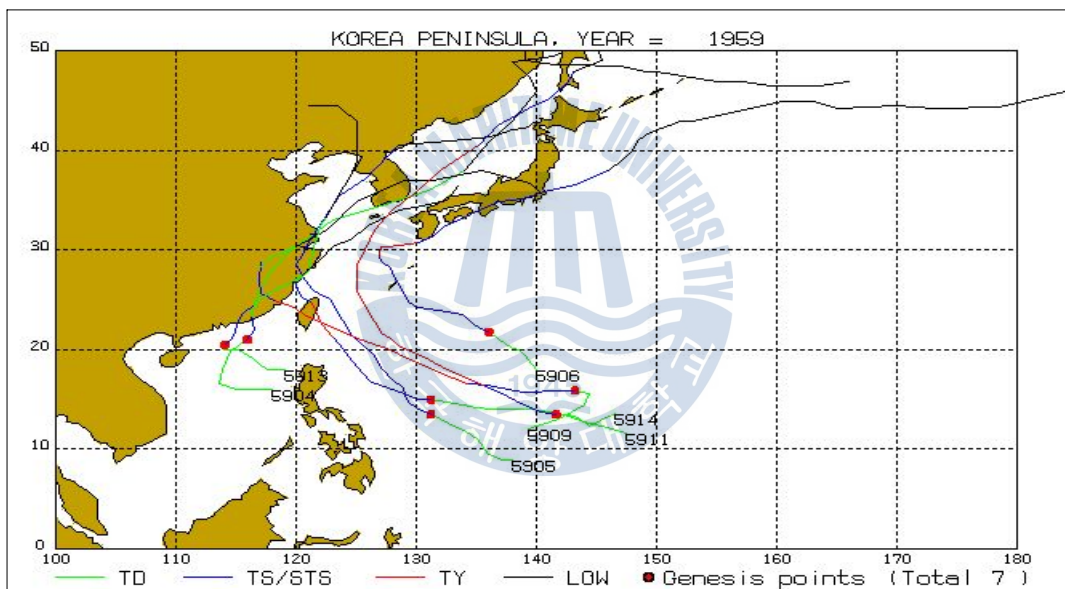
또한 태풍은 강한 폭풍우를 동반하여 해양사고 등 재산과 인명에 많은 피해를 주는데, 위도 5~25도, 수온이 약 27℃ 이상인 필리핀 동부의 열대 해상에서 발생하여 처음에는 북서쪽으로 이동하다가 중위도의 편서풍대에 이르면 동쪽으로 이동하게 되는 것이다. 대체로 동중국해에 이르면 북동쪽으로 방향을 바꾸어 포물선을 그리면서 <그림 2-6>과 같이 이동하게 된다.

이러한 태풍은 우리나라에 주로 7월부터 9월사이 주로 한 여름철에 걸쳐 내습하게 되는데, 1951년부터 2009년까지의 기상청 태풍발생 통계 자료에 따르면 7월에서 10월까지 발생하는 태풍이 전체 발생 건의 68%를 차지하고 있는 것으로 파악되었으며, 한 해 발생 평균 26.5개 중 2~3개의 태풍의 직간접 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한 우리나라에서의 태풍의 관측은 1904년부터이나 태풍의 정보자료를 모으기 시작한 때는 1951년부터이다. 1951년에서 2009년까지 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수는 총 187개이며, 59년간 한해 평균 3.17개의 태풍이 불어온 셈이 된다.

다음 <그림 2-5>는 1951년부터 2009년까지 우리나라에 영향을 미친 태풍의 연도별 횟수를 그래프로 나타내 보인 것이며, <그림 2-6>은 연중 최다 내습 횟수를 기록한 1959년 태풍의 주요경로를 도식화 한 것이다. 1959년 당시 23개의 태풍 발생 중 무려 7개의 태풍의 영향을 받았다. 또한 태풍 내습의 최다 월은 8월, 7월, 9월, 10월 순이고, 아주 드물게 6월, 11월에도 내습하는 경우가 있는 것으로 분석되었다.



<그림 2-5> 한반도에 영향을 준 태풍(연도별 발생횟수)



출처 : 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)

<그림 2-6> 1959년 한반도에 영향을 준 태풍(연중 최다 내습)

<그림 2-7>은 부산항 신감만 부두에 설치 운용 중이던 대형 크레인 6대가 엄청난 태풍의 위력으로 엇가락처럼 휘어진 처참한 모습을 보여주고 있다. 당시 부산기상청 관측 자료에 따르면 태풍 MAEMI의 순간 최대풍속이 무려 42.7m/s로 나타났다. 우리나라 전 지역 및 특히 부산 및 경남 연안 해역을 강타 130여명의 인명과 4조원 이상의 막대한 재산피해를 주고 간 MAEMI의 경우

사회 전반적으로 엄청난 손실을 안겨 주었다.

뿐만 아니라, 기상청 기후변화 감시센터가 발표한 한반도 기후변화 전망 보고서에서 “한반도 주변 해수면 온도가 21세기 말에는 현재보다 2~4도 높아지면서 최대풍속 초속 70m, 하루 최대 강수량이 1000mm 를 넘는 "슈퍼태풍"이 자주 발생할 가능성이 높다고 예측하였다.” 이러한 심각한 자연환경 변화에 우리 인류가 능동적으로 대처해 나가야 할 것이다. 또한 이러한 통계자료를 토대로 안전대책을 미리 세우고 피해를 최소화 하도록 노력하는 것이 대자연 앞에서 우리가 할 수 있는 최선의 방법이 아닐까 생각한다.



출처 : 부산 연합뉴스(www.yonhapnews.co.kr)

<그림 2-7> 2003년 태풍 “매미”의 영향

<표 2-2>는 1959년부터 2009년까지 50년간 부산지방에 영향을 미친 주요 태풍의 풍향과 최대 순간풍속을 정리한 것이다. 참고로 풍향은 16방향으로 표시하고 최대 순간풍속은 어느 임의의 한순간에 나타난 풍속 중 최대값이다. 최대 순간풍속은 선박의 안전과 항만시설 및 하역기기 등의 안전성에 지대한 영향을 미치는 중요한 요소로써 이 표에서는 최대 순간 풍속 20m/s 이상을 분석대상으로 하였다.

50년 동안에 우리나라에 내습하여 부산지방에 최대 순간풍속 20.0m/s 이상의 바람을 불게 한 태풍의 수는 총 45개로 1년에 약 1개꼴이다. 최대 순간풍속

40.0m/s 이상의 매우 강한 태풍은 5914 SARAH, 8712 DINAH, 9503 FAYE, 0314 MAEMI가 있었고, 또한 30.0m/s~40.0m/s 미만의 강한 태풍은 6015 CARMEN, 6209 NORA 등 12개가 있었다. 결과적으로 최대 순간풍속이 30.0m/s 이상의 태풍은 총 16개로 전체의 34%를 차지하였다.

최대 순간풍속이 관측되어지는 주요 풍향은 북동계열(NNE, NE, ENE 포함)과 남서계열(SSW, SW, WSW 포함)로 각각 전체의 43%와 39%를 차지하였고, 그 외의 풍향은 북풍(N) 5%, 남동계열(SE, SSE 포함) 7%, 남풍(S) 5%, 북서풍(NW) 2%로 서로 비슷한 분포를 보였다.

부산지방에 영향을 미치는 태풍의 내습 시기는 8월 42%, 9월 23%, 7월 23%의 분포를 보인다. 우리나라 전체로 보았을 때 영향을 미치는 태풍의 내습 시기는 8월 37%, 7월 29%, 9월 26%를 분포를 보이는 것과 비교해 보면, 상대적으로 부산지방은 7월보다 9월의 내습 빈도가 높다고 보아야 한다. 또한 부산지방은 지리적인 위치상 태풍의 우측반원(위험반원)에 놓이게 되어 상대적으로 더 많은 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 분석되었다.



<표 2-2> 주요 태풍의 풍향과 최대 순간풍속

(단위: m/s)

태풍번호 및 이름	풍 향	최대 순간 풍속	태풍번호 및 이름	풍 향	최대 순간 풍속
5904 WILDA	SSW	28.0	7910 IRVING	S	33.0
5909 JOAN	SSW	25.0	8013 ORCHID	N	25.3
5914 SARAH	ENE	42.7	8120 CLARA	SSW	21.7
6015 CARMEN	SSW	30.1	8412 JUNE	SW	24.6
6104 BETTY	SW	25.8	8613 VERA	SSE	32.1
6110 HELEN	S	23.3	8712 DINAH	NE	43.0
6209 NORA	SW	32.0	8906 ELLIS	NE	20.6
6210 OPAL	SW	28.2	8911 JUDY	ENE	25.3
6217 AMY	SW	24.7	9005 OFELIA	SW	27.0
6304 SHIRLEY	SSW	39.0	9109 CAITLIN	ENE	33.0
6309 BESS	NNE	22.3	9112 GLADYS	NNE	31.1
6513 HARRIET	SW	21.5	9117 KINNA	NE	25.2
6615 WINNIE	NNE	23.6	9119 MIREILLE	N	38.0
6617 BETTY	SSW	24.5	9307 ROBYN	NE	31.1
6804 MARY	NNE	25.3	9313 YANCY	NE	20.6
6807 POLLY	NE	32.4	9503 FAYE	SE	42.3
7004 RUBY	SSW	26.8	9711 TINA	SW	22.8
7009 WILDA	NNE	21.7	9719 OLIVA	NE	22.8
7209 TESS	NNE	23.1	0306 SOUDELOR	NNE	20.2
7220 HELEN	NW	22.7	0314 MAEMI	SE	42.7
7408 GILDA	NE	33.4	0415 MEGI	WSW	23.0
7615 DOT	SSW	24.4	0613 SHANSHAN	NNE	32.5
7707 AMY	NNE	22.7			

출처 : 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)

부산지방에서 관측되어진 태풍 관련 주요 최고기록은 <표 2-3>과 같다. 최대 풍속은 1959년 태풍 SARAH, 최대 순간풍속은 1987년 태풍 DINAH 내습 시에 관측되어 졌고, 일 최다강우량은 1991년 태풍 GLADYS, 1시간 최다 강우량은 1984년 태풍 JUNE 내습 시에 관측되어졌다.

<표 2-3> 부산지방의 태풍 관련 주요 최고기록

요 소	태풍 번호 및 이름	시 기
최대풍속 34.7 m/s	5914 SARAH	1959. 9. 15~19
최대순간풍속 43.0m/s	8712 DINAH	1987. 8. 30~31
일 최다강수량 439.0mm	9112 GLADYS	1991. 8. 22~26
1시간 최다강수량 86.7mm	8412 JUNE	1984. 9. 02~03

2.1.4 안개특성 분석

해양과 대기의 온도차에 의하여 발생하는 안개는 아주 작은 다수의 물방울들이 대기 중에 떠있는 현상으로 수평시정이 1km 이하일 때를 말한다. 그러나 안개 농도에 따른 표현 기준은 아직 정해져 있지 않으며, 기상청에서는 육상과 해상에서 안개발생이 예상될 때 오늘·내일 일기 예보에 안개 예보를 포함하여 발표한다. 안개는 지면 상태, 지형, 바람 등에 의한 국지적인 특성이 강하기 때문에 안개 예보 시에는 우선 현재의 일기도를 분석하여 예상일기도를 육상과 해상을 구분하여 안개의 발생여부를 결정하고 있다.

또한 풍랑이나 태풍주의보와 같은 안개특보 제도가 아직 시행하고 있지 않다. 이는 안개의 특성으로 인한 국지적 현상 등 다양한 형태의 현상을 보이고 있기 때문이며, 특히 “해상에서 발생하는 안개는 그 범위가 육상에서보다 국지적인 현상의 편차가 심하기 때문에 특보를 발효하기에는 현 시스템 및 기술적 한계로 다소 무리가 따른다.” 부산 기상청에 따르면, 안개의 상태를 측정하기 위한 시정계 설치에 따른 시험운행을 거쳐 이르면 2010년 이후에는 안개특보 제도를 도입할 예정이라 한다.

질은 안개로 인한 저시정은 선박의 선적과 하역작업 및 항행에 막대한 지장을 초래 할 뿐만 아니라 해양사고 등의 주된 원인 중에 하나로 주목되고 있다. 각 항만의 저(低)시정 경보 기준은 당해 항만의 기상관서, 선박 운항자 및 해상교통관제센터의 시각적, 주관적 판단에 의한 일정 기준치 이하로 예상될 때 각 항만마다 다른 기준이 적용되어 선박통항을 통제⁴⁾하고 있다.

우리나라에서는 봄부터 가을(4월부터 10월 사이)에 걸쳐 주로 발생하며 서해 중부와 남부에서 자주 발생한다. 각 해역별 안개의 발생 특성을 살펴보면, 서해의 경우 발생 시기는 3월부터 증가하기 시작하여 장마철인 6월과 7월에 집중되며, 평균 지속시간은 10~15시간으로 남해와 동해보다 다소 길다. 남해의 경우에는 여름 계절풍의 남서풍에 동반된 따뜻하고 습한 공기가 찬 해수면 위로 유입되어 발생하는 이류안개⁵⁾로 그 발생 시기는 5월과 7월 사이이며, 지속시간은 7~8시간 정도이며 남해 서부에서 많이 발생한다. 동해의 경우 주로 저기압에 동반된 전선에 의해 발생하는 전선안개이다. 그 발생 시기는 6월에 가장 많이 발생하며, 이 때 발생한 안개의 지속시간이 가장 길며 지속시간은 1~3시간 정도로 울릉도를 비롯한 동해 중부에서 많이 발생한다.

이렇듯 해상에서 발생하는 안개의 대부분은 이류안개이며, 이를 바다 안개라 하는데, 봄부터 가을에 걸쳐 우리나라가 고기압의 중심권에 위치하게 되면 남풍계열 바람의 영향으로 서해와 남해에서 주로 발생하며, 육상 안개보다 안개층이 두껍고 발생시간은 야간에 국한하지 않고 일중에도 발생하는 특징을 가지며, 안개 범위가 매우 넓고 지속성이 커서 10여 일간 지속되기도 한다. 또한 비가 내린 뒤에 증가된 수증기로 인해 발생하기도 한다. 안개는 대기의 온도가 내려가는 야간에 많이 발생하여 해가 뜨면 공기의 온도가 상승하여 물방울이 증발하게 되면서 서서히 소산 된다.

<표 2-4>와 <그림 2-8>은 1971년부터 2000년까지 기상청의 30년간의 통계자료를 이용하여 구한 부산지방의 년 간 안개발생일수이다. 년 간 19.0일로 주로 4~7월에 발생하며, 5일 이상의 안개 발생일수를 보이는 달은 6월과 7월이다.

한 달 중 안개가 발생하는 날을 나타내는 안개일수는 8월부터 3월까지는 1

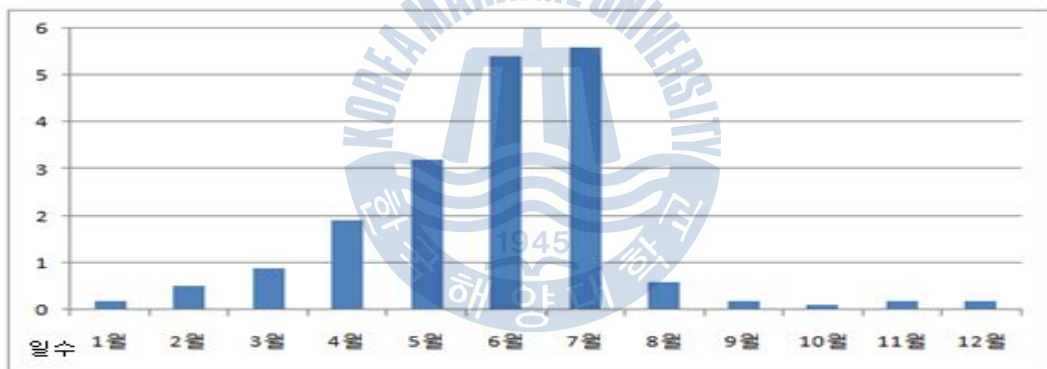
4) 출항통제기준 : (해상교통안전법 시행규칙 별표 2) : 시정이 0.5km 이내 일 경우 ①화물을 적재한 유조선·가스운반선 또는 화학제품운반선 ②레이더 및 VHF 통신설비를 갖추지 아니한 선박에 한하여 출항을 통제할 수 있다.

5) 따뜻하고 습한 공기가 차가운 해면이나 지표 위를 이동할 때, 밑에서부터 식어서 생기는 안개를 말한다.

일 이하로 나타나서 아주 낮은 발생빈도를 보이는 반면에 초여름과 여름철인 4월부터 7월까지 높은 빈도를 보인다. 7월의 경우 가장 많은 빈도를 나타낸 달 중 약 6일 동안 안개가 발생한다. 이것은 해양의 온도가 대기의 온도보다 낮은 초여름에 온난한 기단이 찬수면 위를 지나면서 응결하여 생기는 해무에 의한 것으로 부산신항만 내 및 인근해역도 해무의 영향을 강하게 받는 지역이다.

<표 2-4> 월별 안개발생 일수

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
일수	0.2	0.5	0.9	1.9	3.2	5.4	5.6	0.6	0.2	0.1	0.2	0.2	19



<그림 2-8> 월별 안개발생 일수

<표 2-5>는 부산지방의 월별 안개 계속시간을 나타낸 것이다. 안개 계속시간은 안개발생 일수와 비슷한 분포 경향을 보여 4~7월에 길고, 8~2월에 5시간 이하의 분포를 보인다. 특히, 6월과 7월은 안개 계속시간이 길고 안개 발생일수도 많아 선박은 안전운항에 각별히 주의해야 한다.

<표 2-5> 월별 안개 계속시간

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
시 간	3. 43	3. 35	6. 56	12. 19	16. 99	28. 07	22. 81	3. 93	1. 82	0. 76	3. 28	4. 48	107 .67

이렇듯 기상악화 및 안개로 인한 자연 환경적 스트레스는 선박 운항자에게 심리적 불안감을 안겨줄 뿐만 아니라 선박의 안전운항에 상당한 장애 요소로 작용하고 있다.

또한 관련법령에 따르면, 해상에 대하여 기상특보가 발표되거나 안개 등으로 시계(視界)가 제한되어 선박의 안전운항에 지장을 줄 우려가 있다고 판단될 경우에는 선박소유자나 선장에게 출항통제를 명할 수 있다.(해상교통안전법 제 7 조 선박출항통제 ①항)



2.2 해상요소 분석

2.2.1 조석특성 분석

조위는 항만 및 협수로 상에서의 선박의 홀수와 관련하여 필요 수심 및 조종 성능에 영향을 주는 주요한 요소이다. 지구 온난화 등 환경변화에 따른 해수면을 감시하는 조위관측과 해수특성(수온, 염분), 해양기상(기온, 기압, 풍향, 풍속) 관측은 물론 해일 피해 예방 지원 및 선박의 안전운항, 해양특성 파악, 어로활동 지원 등의 다양한 해양 정보를 제공하기 위해 국립해양조사원은 우리나라 연안일대에 총 37개의 조위관측소를 설치 운영하고 있는 것으로 파악되었다.

특히 부산항 신항 및 진해, 거제도 해역의 인근항만은 많은 어장이 위치하고 있어 선박의 안전항해와 어업활동 지원을 위한 해양관측 및 예보·정보의 생산이 중요한 지역이며, 또한 우리나라에 영향을 끼치는 태풍의 주요 이동 경로에 위치하고 있어 해수범람 피해가 자주 발생하는 곳으로써 해수면 변동에 대한 수요 욕구가 높은 대표적인 해역이다. 또한 인근해역의 복잡한 해저 지형으로 이루어져 조류의 흐름이 비교적 강하고, 선박의 통항이 빈번해 정확한 조위정보 서비스의 수요 욕구에 따라 거제도 및 부산항, 가덕도에 조위관측소<그림 2-9>를 설치 운영하고 있다.



출처 : 국립해양조사원(www.khoa.go.kr)

<그림 2-9> 가덕도 조위 관측소

가덕도 해역은 반일조형으로 1일 2회 규칙적인 승강을 하고 일조부등(日潮不等, diurnal inequality)⁶⁾이 적으며, 대조차는 159.0cm, 소조차는 48.0cm 평균조차는 103.5cm로써 남해안 서부 및 서해안에 비하여 조차가 비교적 작은 편이다. 또한 최고 고조가 하계에는 야간에, 동계에는 주간에 나타난다.

국립해양조사원의 가덕도 조위관측소의 관측정보를 조사한 결과에 따르면, 1977년부터 2009년까지의 기간 중 최극 고조위는 1987년 7월의 247cm였으며, 최극 저조위는 1996년 2월의 -38cm로 조위차는 285cm로 나타났다.

2.2.2 조류특성 분석

부산 신항만의 진입로라 할 수 있는 가덕수도는 거제도를 중심으로 가덕도에서 진해만에 이르는 수로를 말하며, 내만 형태의 독특한 지형적인 특징을 보이는 지역이다. 조류의 주된 흐름은 지형적인 특성상 수로를 따르는 왕복성 조류이며, 수로 방향과 일치하는 흐름을 보인다.

가덕수도 해역 일대의 창조류는 가덕수도 남동측에서 유입하여 북서측을 통하여 진해항, 마산항으로 흐르고, 일부는 수심이 얕은 가덕도 북측으로 흐르며, 낙조류는 이와 반대로 흐른다. 가덕수도 해만 일대의 조류형태는 반일주조의 왕복성 조류로서 1일 2회의 창·낙조류가 나타난다. 전반적으로 낙조류가 창조류보다 우세하며, 낙조류의 지속시간은 6.8~7.3시간으로 창조류의 5.1~5.6시간보다 길다.

또한 국립해양조사원의 수치 조류도를 토대로 부산항 신항 개발 전·후의 조류의 흐름과 유속을 비교 조사·분석한 결과에 따르면, 부산항 신항 개발 직후 시점인 가덕수도 주변해역의 창·낙조시 최강유속은 2.1노트이었다.(국립해양조사원, 1999) 그러나, 부산항 신항 개발이 진행 중(진척률 60%)인 2010년 8월 현재 전반적인 조류의 흐름패턴은 크게 변화가 없으나, 가덕수도 주변해역의 창·낙조시의 최강유속은 2.0~1.8노트로 다소 감소한 것으로 파악되었다. 그러나 해류·바람 등의 영향은 고려되지 않아 실제 흐름과 다를 수 있음을 밝혀둔다.

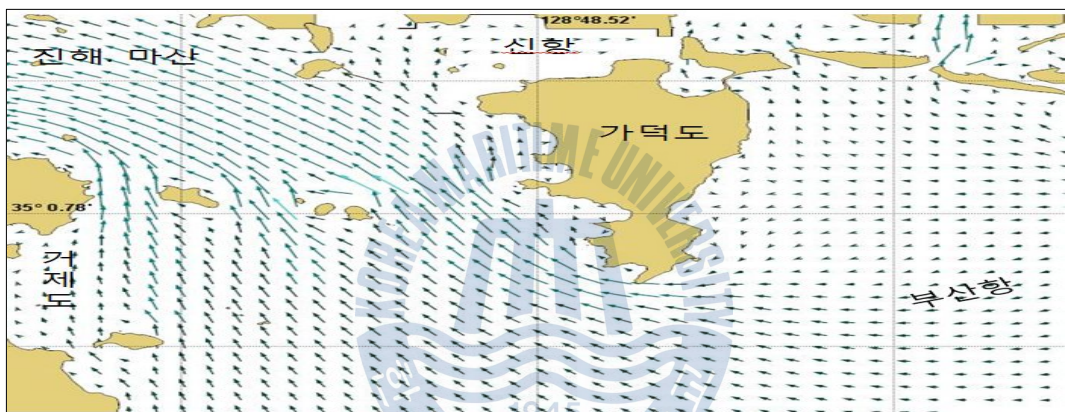
또한 향후 남컨과 서컨테이너 터미널 등의 부산 신항만 개발이 완료된다면 내항의 경우 북서 측의 물의 흐름이 원활하지 못하고 수로변경과 이로 인한 해

6) 반일주조의 바다에서 두 번의 만조 중 한 번은 크게, 한 번은 작게 일어나는 현상을 말한다. 반일주조는 12시간 25분 만에 만조와 간조가 한 차례 일어나는 바다, 다시 말해 하루 두 번의 만조와 간조가 일어나는 유형을 말한다.

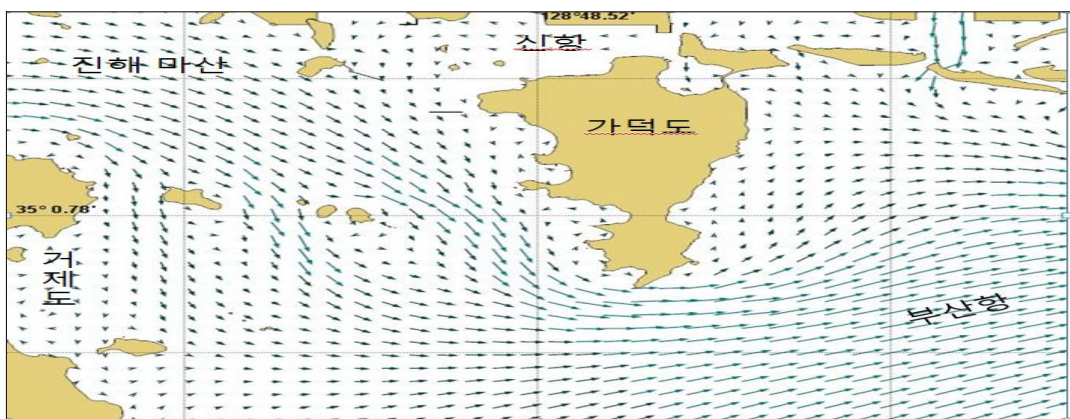
저 지형의 변동이 생겨 해수 유동 특성이 크게 변할 것으로 예측된다.

아래 <그림 2-10>과 <그림 2-11>은 실측된 최강 창조류와 최강 낙조류의 흐름도이다. 최강 창조류의 경우, 가덕도 서쪽 해역에서는 가덕도 서안을 따라 북상하다가 서쪽으로 방향을 바꾸어 진해만으로 북동향하며, 마산만 입구역의 정점에서는 남향류가 지배적이며, 최강 낙조류의 경우, 가덕수도 주변해역 조류의 주요패턴은 해안선과 평행한 방향의 북동~남서 방향 혹은 북서~남동 방향이고 시계방향의 회전을 가지고 있다.

이상의 조사 결과로 가덕도 서쪽의 진해만에서는 반시계 방향의 순환이, 가덕도 동쪽의 낙동강에서는 시계 방향의 순환이 존재하는 것으로 판단된다.



<그림 2-10> 최강 창조류 흐름도



출처 : 국립해양조사원(2010. 8월)

<그림 2-11> 최강 낙조류 흐름도

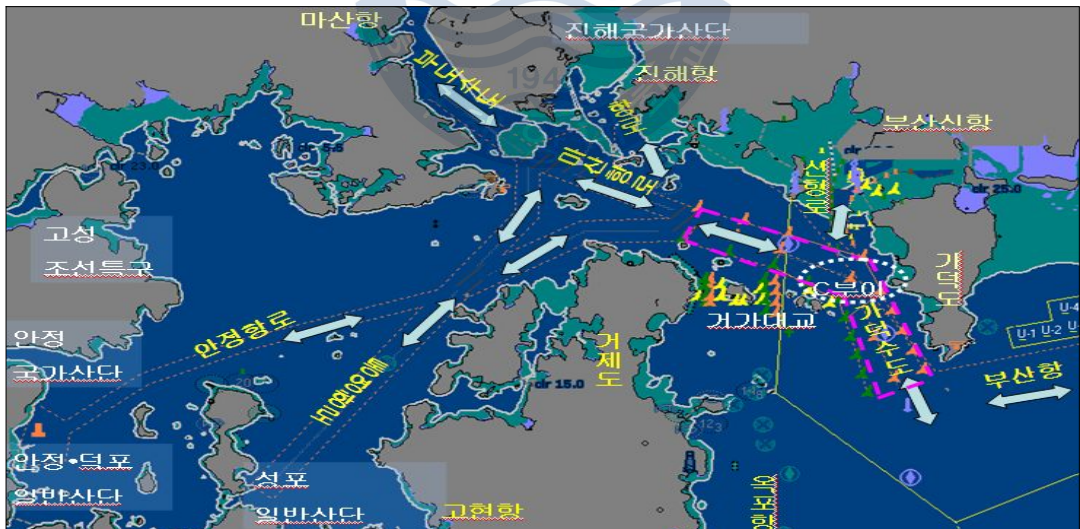
2.2.3 지형특성 분석

해상교통의 주요 요충지라 일컫는 부산항 신항 가덕수도는 거제도를 중심으로 가덕도에서 진해만에 이르는 수로를 말하며, 내만 형태의 독특한 지형적인 특징을 보이는 해역이다.

또한 부산항 신항로(제5항로)·가덕수도·부도수도·진해·마산·통영·안정항로 등 <그림 2-12>와 같이 전국에서 가장 많은 7개의 항로가 서로 연계 설정되어 있어 선박의 통항이 복잡하고 교차하는 교통밀도가 매우 높은 항로이다.

특히 부산항 신항 개발 및 침매터널, 거가대교 공사를 비롯한 임해 공업단지, 조선특구, 국가산업단지 개발로 인한 관련선박들의 통항 및 대형위험물 운반선, 급유선, 해군함정, 연안여객선 등 다양한 선박들이 하루에도 250여척이 통항하고 있으며, 가덕수도 "C"부이 만곡부 항로에서의 선박교차현상 및 병목현상이 자주 발생 선박의 안전에 상당한 위해요소로 작용하고 있다.

또한 비교적 풍파의 영향이 적어 계절에 관계없이 년 중 다양한 어로작업이 성행하는 곳으로 어망설치 및 어선의 통항이 빈번하여 이로 인한 선박통항 장애 등 그 어느 때보다 잠재적 해양사고의 가능성이 상존하고 있는 곳이다.



<그림 2-12> 가덕수도와 연계된 인근 항로 흐름도

부산항 신항 항로인 가덕수도는 가덕도 입구부터 신항 입구 주변까지의 신항 항로와 그 주변수역을 해상교통안전법 제 62조(좁은 수로 등에서의 항로의 지정 등)의 규정에 따라 그 해역의 지형·조류 그 밖에 자연적인 조건 등으로 해양사고가 일어날 우려가 있다고 인정되어 부산지방해양항만청장이 지정·고시한 항로로써 통항분리방식⁷⁾과 선박의 통항이 빈번하고 교차관계가 있는 지정항로 일부 병목구간을 주의해역으로 지정하여 운영하고 있다.⁸⁾

또한 태풍 내습시 입출항선의 무질서와 선박간의 안전거리 미확보로 선박충돌 가능성이 높을 뿐만 아니라, 평상시에도 선박의 집중현상이 자주 발생 정체현상을 야기, 해양사고의 위험성이 상존하고 있는 것으로 조사되었다.

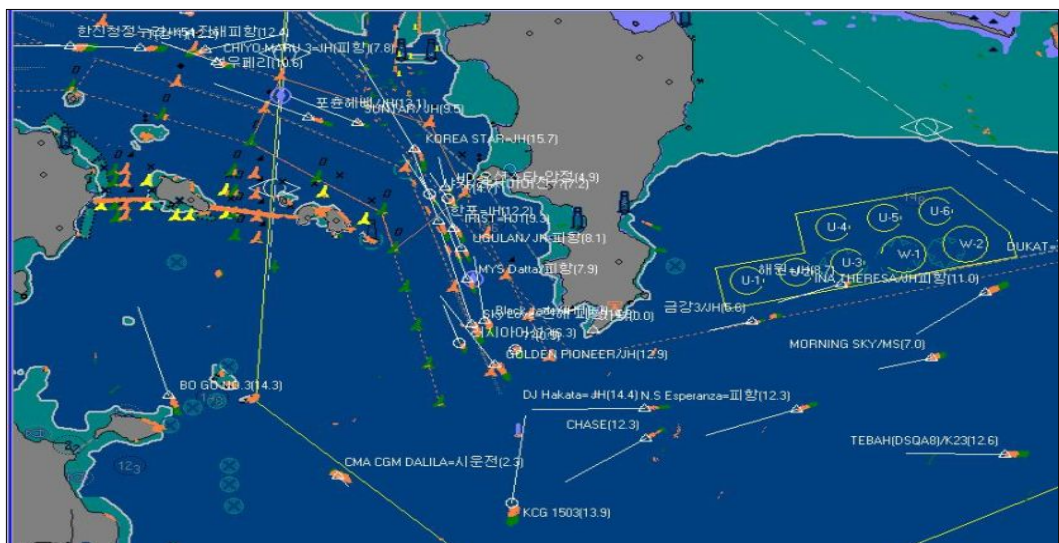
특히, 진해·고현만 일대는 천혜의 피항 조건을 갖춘 곳으로 태풍 내습시 수많은 선박들이 찾는 곳이다. <그림 2-13>은 지난 2010년 8월에 발생한 제 4호 태풍 DIANMU 내습시 가덕수도를 통항한 선박들의 모습과 <그림 2-14>는 진해·고현만 일대에 약 600여척의 피항선 현황을 보여주고 있다. 가용수역에 비해 과다하게 정박한 선박과 좁은 수로를 통항하는 선박들에 대한 집중관리와 피항관리대책 등의 교통안전시스템이 보완·강구되어야 할 것이다.

향후 통항량 증가 및 교통흐름의 변화, 초대형 선박의 통항에 따른 해상교통 환경변화에 대비한 적극적인 교통 환경 평가·개선이 필요한 시점이다.

<표 2-6>은 가덕수도와 연계된 각 항로별 수심, 항로 폭, 항로길이 등 상세제원을 전자해도 및 항해용 해도를 토대로 조사한 자료이다. 이 데이터는 제 3장에서의 해상교통 혼잡도 측정 분석 등의 기초자료로 활용 될 것이며, 다음 장에서는 전반적인 해상교통에 대한 조사 분석을 실시하고자 한다.

7) “통항분리방식(通航分離方式)”이란 선박의 충돌을 방지하기 위하여 통항로(通航路)를 설정하거나 그 밖의 적절한 방법으로 한쪽 방향으로만 항행할 수 있도록 항로를 분리하는 제도를 말한다.(해상교통안전법 제 2조)

8) 주 : 부산지방해양항만청 고시 제 2008-90호. 개정고시: 2008. 7.17



<그림 2-13> 태풍 “DIANMU” 내습시 가덕수도 통항선박 현황



<그림 2-14> 태풍 "DIANMU" 내습시 진해만 피항선박 현황

<표 2-6> 연안 통항로 제원 현황표

항로	항로길이 (mile)	최대 직선길이	최대 항로폭	최소 항로폭	최대수심 (m)	최소 수심 (m)
부산항 제5 항로(신항)	1.56 (2,800m)	1.56 (2,800m)	0.68 (1,200m)	0.30 (500m)	15.9	14.4
가덕수도	7.02 (13,000m)	3.67 (6,800m)	0.65 (1,200m)	0.38 (700m)	41	15.5
마산항로	6.26 (11,600m)	3.83 (7,100m)	0.22 (400m)	0.22 (400m)	32	9.7
진해항로	1.03 (1,900m)	1.03 (1,900m)	0.70 (1,300m)	0.32 (600m)	15.8	8
안정항로	8.42 (15,600m)	3.94 (7,300m)	0.32 (600m)	0.32 (600m)	30	19.2
통영항로	11.88 (22,000m)	6.59 (12,200m)	0.32 (600m)	0.27 (500m)	45	14.4

제 3장 해상 교통흐름 및 혼잡도 조사·분석

3.1 해상교통조사 개요 및 방법

해상교통 조사·분석은 안전하고 원활한 선박통항을 위한 항로·항만의 계획, 설계, 관리, 연구와 제반교통 환경 개선 및 항행관리를 위하여 반드시 필요한 수단이다. 해당해역에 대한 “교통량 및 통행패턴, 기종점 분석(Original and Destination), 혼잡도 분석 등은 종합적인 교통흐름에 대한 특성과 정량적 평가는 물론 장래의 교통수요 예측 및 사고 예방을 위한 해상교통시스템의 설계와 평가를 위해 중요한 기초자료가 될 수 있다.” (김대희 외, 2007)

따라서 본 연구에서는 가덕수도를 통항하는 선박들의 안전성 평가를 위하여 동해역에 대한 교통흐름 및 교통 혼잡도, 부산항 신항 개장이후 신항만 입(출)항 선박에 대한 내·외항선의 변동추이 등 상기 교통요소들에 대한 조사·분석을 수행하고자 한다.

해당해역에 대한 해상교통조사는 2010년 7월 5일 00:00부터 7월 9일 24:00까지 5일간(120시간)의 누적 선박항적자료를 사용하였다. 부산항 신항 해상교통 관제센터의 VTS Replay 시스템의 AIS 및 RADAR, 전자해도를 기반으로 한 추적 데이터를 수집 재생하여 통항선박의 선명·호출부호·선속·선박위치·방향 등의 동적정보를 구하였고, 각 선박의 제원인 선종·총톤수 등의 정적정보는 항만운영정보시스템(Port-Mis)을 검색하여 구하였다. 또한 선박의 항적 데이터는 60초 간격으로 위도·경도를 구하여 재현하였다.



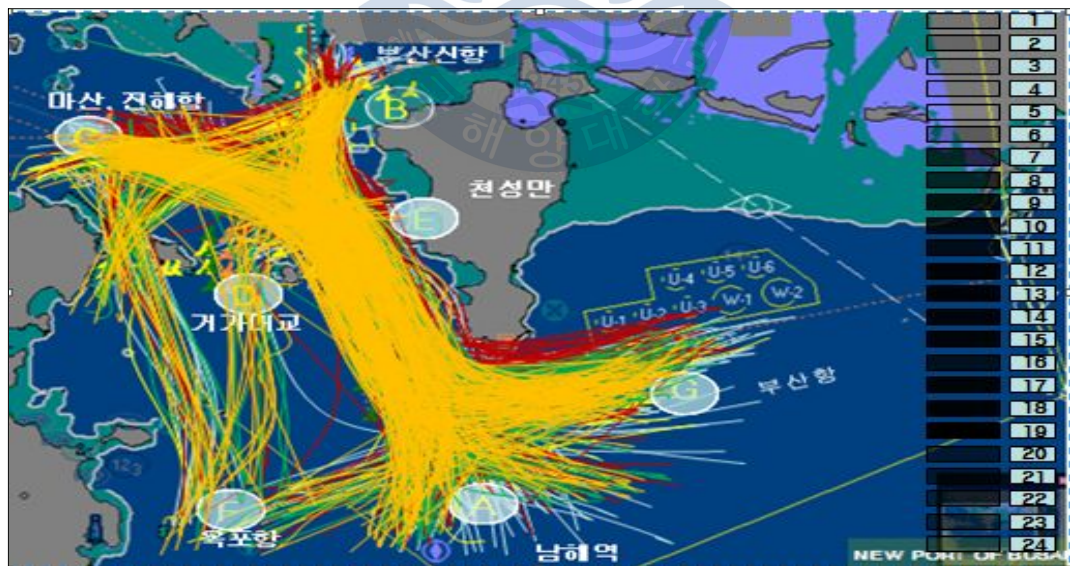
<그림 3-1> 해상교통 자료수집 분석 장면

3.2 해상 교통흐름 분석

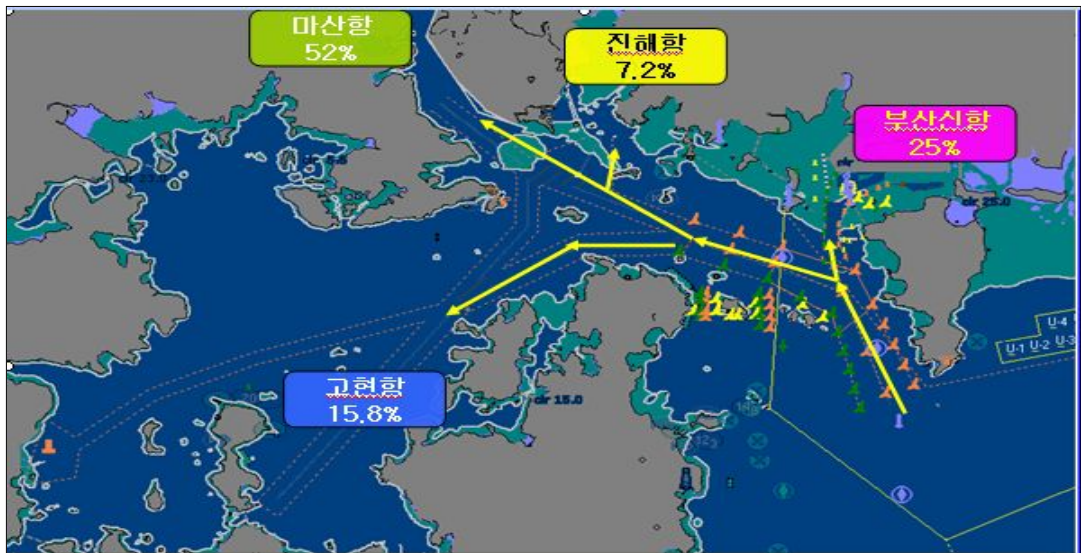
해상 교통흐름에 대한 수집된 정보를 바탕으로 선종별, 크기별, 일자별, 시간대별, 경로대별로 구분하여 통항분석과 항적을 그려보았다. <그림 3-2>는 가덕수도를 중심으로 한 부근해역에 대한 조사기간 중 전체 통항선박들에 대한 누적 항적도를 나타낸 것이다.

전체 120시간의 누적 항적도를 분석한 결과에 따르면, 가덕수도를 통항한 선박들의 빈번한 항적이 뚜렷이 나타난 것을 볼 수 있다. 주목 할 부분은 <그림 3-3>과 같이 가덕수도를 경유하여 신항으로 입·출항한 선박보다 마산·진해·고현 방향으로 입출항하기 위한 통과 선박들의 항적빈도수가 약 4배정도 더 많은 것으로 파악되었다. 그러나 향후, 부산항 신항 부두 증설에 따른 신항 입출항 선박이 점진적으로 증가할 것으로 예측됨에 따라, 신항만 입출항선박의 비중이 많아 질것으로 판단된다.

그리고 가덕수도 항로를 벗어나 연안에 근접한 가항(可航)수역으로 통항한 선박들의 누적 항적을 볼 수 있는데, 이는 대부분 예부선(기타선 포함) 및 소형 급유선의 항적으로 파악되었다.



<그림 3-2> 조사기간 중 전체 통항선박 항적도



<그림 3-3> 가덕수도 통항선박 항별 분포도(2010. 7월 기준)

3.2.1 선종별 통항 분석

<표 3-1>은 조사기간 중 선종별 통항 척수 및 비율을 구분한 표로써 대상해역에 대한 통항선박을 화물선과 컨테이너선, 여객선, 위험물 운반선, 군함, 예부선 등 주요 선종으로 나눠 파악하였다. 그리고 어선의 경우는 어군형성에 따라 불규칙적인 집단 이동형태를 보이며, 산발적인 흐름으로 특정해역에서의 어선에 대한 교통량을 추정하기는 사실상 어렵다. 특히 어선의 경우 50톤 이하의 소형선이 대부분이라 RADAR식별이 곤란하다. 이러한 특성을 고려하여 본 연구에서는 어선에 대한 정량적 평가는 배제하였다.

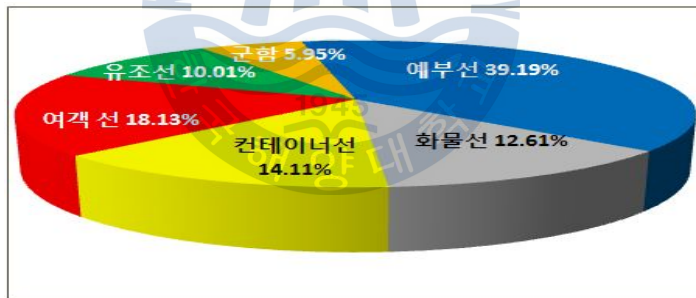
<그림 3-4>는 선종별 통항비율을 나타낸 그림으로 분석결과에 따르면, 예부선 및 기타 선종이 총 통항척수 1,268척 중 497척(39.19%)으로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로는 여객선(18.13%), 컨테이너선(14.11%), 화물선(12.61%) 등의 순으로, 5.95%를 차지한 군함을 제외하고 비교적 10%대를 상회한 균등하게 통항한 것으로 나타났다. 특히 여객선의 경우는 동일선박의 동일항로에 대한 당일 왕복 누적운항횟수로 비중이 많다.

부산항 신항의 경우 컨테이너 전용선의 통항이 주류를 이루고 있는 반면, 진해만 권역에는 3개 개항(마산, 진해, 고현항) 및 LNG 가스 산업항(안정항)과 대형조선소(삼성, STX, 대우, 성동조선소, SPP 등)를 비롯한 중소형 조선소, 산업단지 등이 여러 곳에 산재해 있어 관련선박들의 통항량이 많으며 또한 진

해항 인근에 해군 전개기지가 위치해 있어 타 항만보다 군함의 비중이 높은 것도 큰 특징이라 할 수 있다.

<표 3-1> 선종별 통항척수 및 비율

선 종	통항척수	비 율
화물선(벌크선 포함)	160	12.61
컨테이너선	179	14.11
여객선	230	18.13
위험물운반선 (LNG,LPG 포함)	127	10.01
군함	75	5.95
예부선(기타선 포함)	497	39.19
총합계	1,268 척	100 %



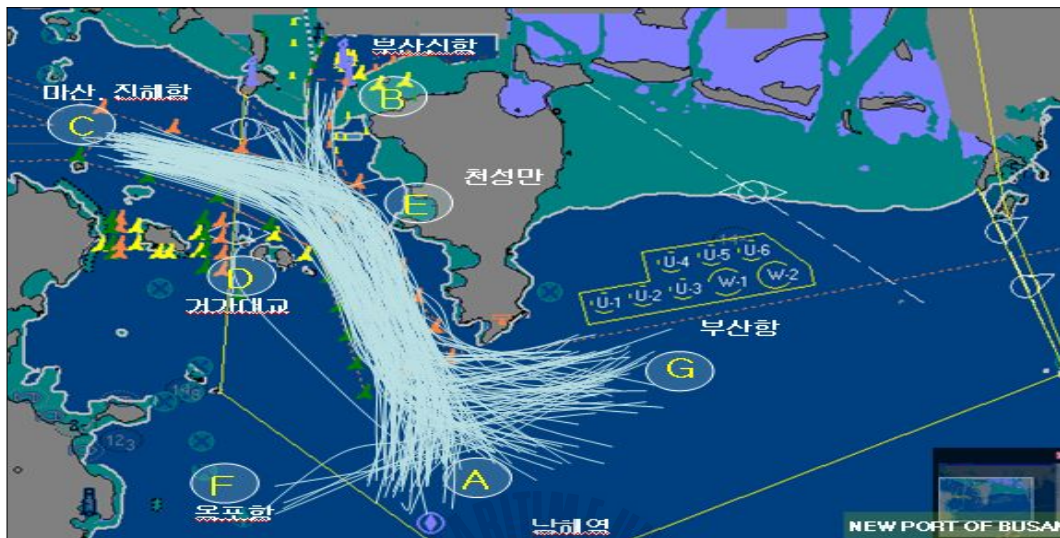
<그림 3-4> 선종별 통항비율

다음은 각 선종별 항적을 그림으로 나타낸 것이다.

1) 화물선의 항적도

<그림 3-5>는 일반화물선의 항적도로서 비교적 통항패턴이 일정하고, 부산항과 마산·진해방향 간의 통항선과 일본·중국, 동남아시아 등의 남해권역과 마산·진해방향 간의 통항선이 주류를 이루고 있다. 부산항 신항에 대한 일부 흐름은 자동차 운반선 및 모래채취선, 준설호퍼선 등의 항적으로 파악되었으며, 가덕수도를 통항하는 대부분의 화물선은 마산항에 출입항하는 선박으로써 자동

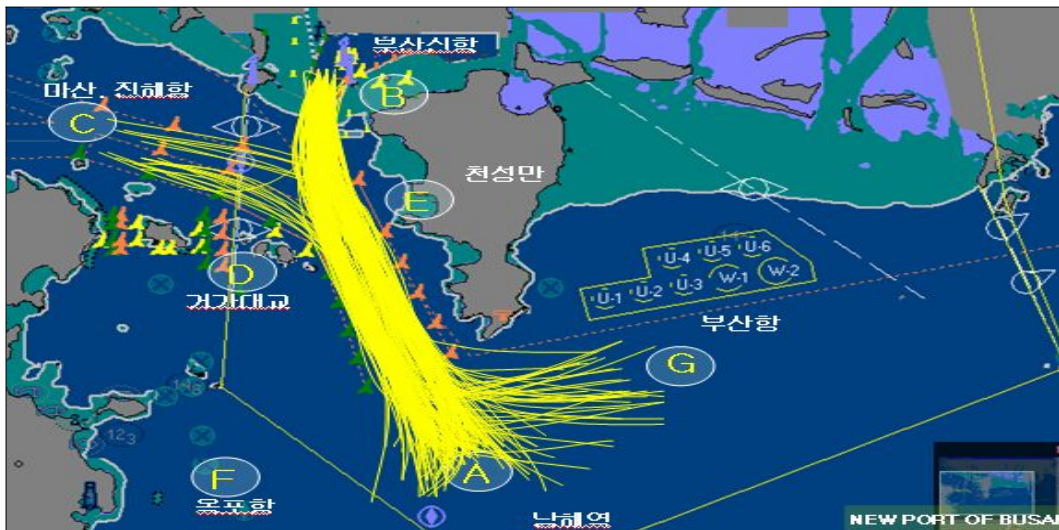
차 전용선 및 철재, 코일, 원목, 잡화류, 농산물 등의 내륙 유통화물들이 주종을 이루고 있다.



<그림 3-5> 화물선 항적도

2) 컨테이너선박의 항적도

<그림 3-6>은 컨테이너선박의 항적도이다. 대부분 부산항 신항을 출입항하는 선박으로써 비교적 통항패턴이 단순함을 보이고 있고, 부산항과 신항 간, 국내 항 간을 오가는 피더선 및 일본, 중국, 동남아시아, 미주지역 등의 국제무역항을 오가는 컨테이너 선박이 주류를 이루고 있다. 일부 마산방향으로 향한 흐름은 국내항간을 운항하는 내국적 피더선 및 외국적 컨테이너 선박의 항적으로 조사되었다.



<그림 3-6> 컨테이너선 항적도

3) 여객선의 항적도

<그림 3-7>은 여객선 항적도로서 부산항-거제-진해항 등 경남서부 연안 해역을 운항하는 여객선에 대한 항적을 나타낸 것으로 부산-고현, 부산-옥포, 부산-장승포, 안골(진해)-간곡, 안골-구영 간의 5개 항로를 총 8척의 선박이 왕복 운항하는 것으로 파악되었다. <표 3-2>는 해당해역을 운항하는 여객선에 대한 현황표이다.

이들 여객선의 항적도를 분석한 결과에 따르면, 진해-간곡·구영 간을 오가는 풍양아일랜드와 성우페리호의 경우 신항 내항 항로를 준수하지 않고 운항한 것으로 나타났으며, 또한 가덕수도를 상시 횡단함으로써 통항선박과의 교차관계로 선박의 통항안전을 저해하고 있는 것으로 분석되었다.

또한 부산-고현항 간을 오가는 페가서스, 골드코스트호의 경우 가덕수도 진출입시 통항 분리항로를 준수하지 않고 가덕도 동두말 끝단을 Short Cut(단축항해)함으로써, 부산방향에서 입항하는 선박들과의 충돌위험성이 많고, 쾌속 여객선인 점을 감안하면 통상적으로 선속 24~34노트를 유지하는 것으로 파악되었다.



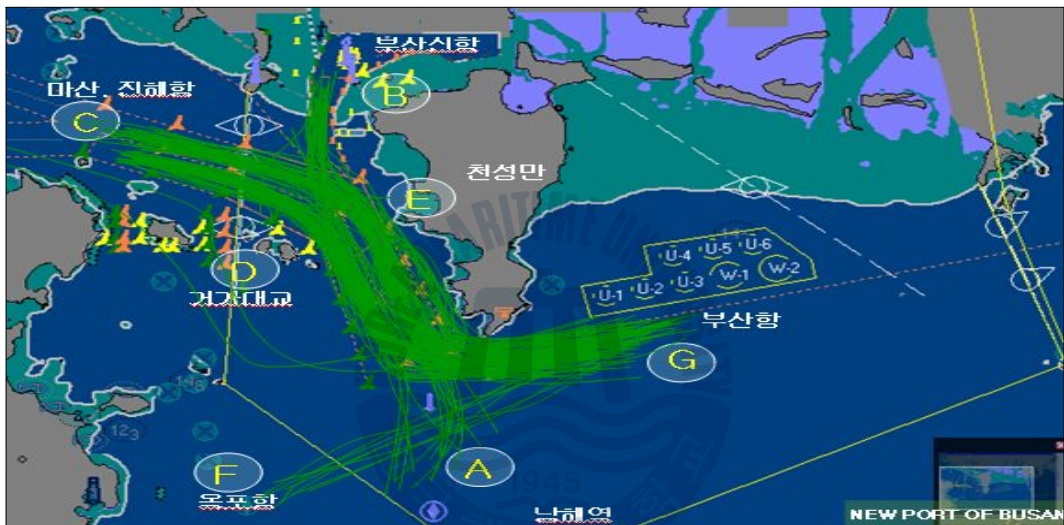
<그림 3-7> 여객선 항적도

<표 3-2> 관내 연안여객선 운항 현황

선 명	운항구간	운항횟수	선 사 명	비 고
풍양아일랜드	안골-간곡	일 7회 왕복	(주)풍양SNT	
성우페리	안골-구영	일 7회 왕복	(주)성우페리	
페가서스	부산-고현	일 3회 왕복	(주)가고오고	
데모크라시 1	부산-옥포	일 2회 왕복	청해진(주)	
페레스트로이카	부산-장승포	일 2회 왕복	청해진(주)	미포함
로얄페리	부산-장승포	일 2회 왕복	서경해운	미포함
뉴 아카디아	부산-옥포	일 1회	(주)서경	
“	부산-장승포	일 1회	(주)서경	미포함
골드코스트	부산-고현	일 3회 왕복	(주)서경	

4) 위험물 운반선의 항적도

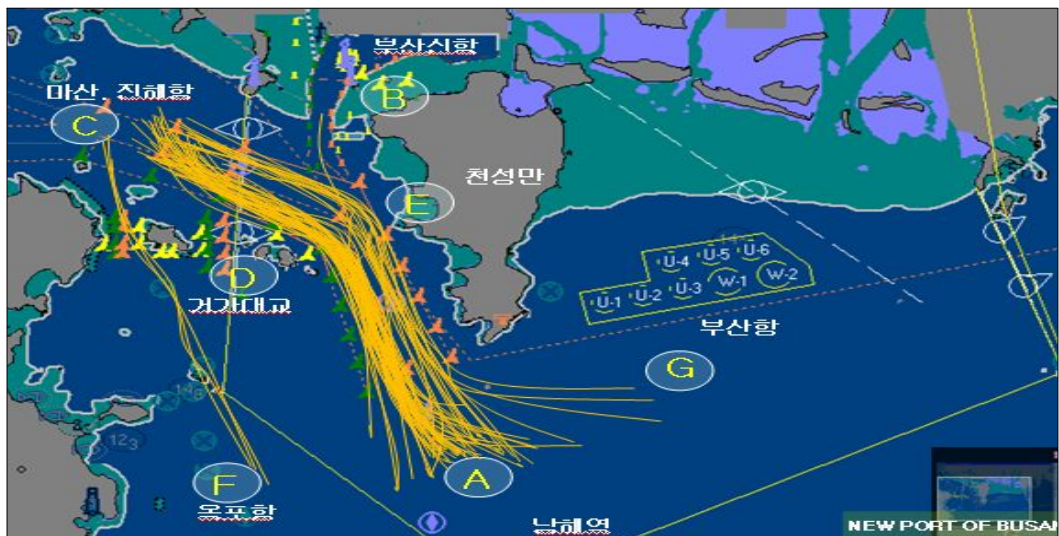
<그림 3-8>은 위험물 운반선(LNG선, LPG, 케미칼, 석유제품운반선, 급유선, 원유운반선 등 포함)의 항적도로서 대부분 유류공급을 목적으로 부산·울산에서 실어 나르는 소형급유선들이 주류를 이루고 있다. 이는 진해·마산권역의 항만에는 해상 급유업 허가를 받은 곳이 극히 적어 공급부족으로 부산의 급유선박들의 출입이 잦은 것으로 분석되었다. 특히 위험물 운반선의 경우 해양사고로 연결될 경우 크나큰 사회적 재난을 가져오기 때문에 무엇보다 집중적인 통항관리가 필요하다.



<그림 3-8> 위험물 운반선 항적도

5) 군함의 항적도

<그림 3-9>는 군함의 항적도로서 타 선종의 입출항에 비해 가장 적은 (5.95%) 비율을 보이고 있다. 그러나 이 또한 상시 동시 다발적으로 통항이 이루어지고 있으나, 군사 보안상의 목적 등 군사전용채널 사용으로 항만채널 사용을 기피하는 사례가 자주 발생, VHF(무선전화)에 의한 일반 선박과의 상호 안전교신이 제대로 이뤄지지 않아 선박통항의 위해요소로 작용하고 있다.



<그림 3-9> 군함 항적도

6) 예부선의 항적도

<그림 3-10>은 예부선 및 기타선의 항적으로서, 여타 선박들의 통항패턴에 비해 다소 복잡한 흐름을 보여주고 있다. 주 통항로인 가덕수도를 통항한 선박들의 항적이 뚜렷하지만, 항로를 벗어난 거제도 및 가덕도 연안 수역(연안 통항대)을 따라 운항한 선박들과 일부 출항선의 경우 가덕수도 통항분리방식을 준수치 않고 “B”부이에서 입항항로인 NO.2번부이로 가로질러 출항하는 선박들의 항적도 적지 않다. 이는 주로 소형예부선의 항적으로서 평수구역에 한정 운항허가를 받은 선박의 경우와 항로단축(short cut)을 통한 유류비 절감의 목적으로 기본항법을 무시한 무리한 운항을 하고 있는 것으로 파악되었다.

그리고 마산·진해권역은 우리나라 조선 산업의 메카(Mecca)라 할 정도로 대우, 삼성, STX, 성동조선소 등을 비롯한 크고 작은 조선 산업단지가 자리매김을 하고 있다. 아래 <표 3-3>은 관내 주요 조선업체에 대한 현황표이다.

조선기자재 및 블록(통영·안정, 중국 등에서 생산)등의 중량화물에 대한 수출입과 창원 한국중공업에서 고리 원자력 발전소로 원자로 및 원전제품 운송, 부산·울산에서 마산·진해권역 간 급유선박들의 잦은 이동으로 예부선의 움직임이 많은 것으로 분석되었다.

또한 임해 공업지역 및 고성만을 비롯한 인근지역 지자체의 해안선 개발도 활발히 진행되고 있어 예부선 및 준설선에 의한 모래, 석재 등의 관내 운송도 활발하다.



<그림 3-10> 예부산 항적도

<표 3-3> 관내 주요 조선업체 현황

업 체 명	소 재 지
삼성중공업	경남 거제시
대우조선해양	경남 거제시
STX 조선소	경남 진해시
(주) 녹봉	경남 거제시
성동조선소	경남 통영시
SPP조선소	경남 통영시
(주) 신아	경남 통영시

7) 어선의 조업상황도

어선은 우리나라 연안교통류(沿岸交通流)에 지대한 영향을 미치는 선종으로서 대부분 월별 또는 계절성 어군 형성에 따라 그 움직임이 다양하다. 뿐만 아니라 어선의 종류 및 어업형태도 다양하고, 세력단위의 움직임과 우리나라 거의 모든 연안에서 활동하고 있기 때문에 실질적인 동태를 파악하고자 할 경우에는 보다 정밀한 관측이 필요하다.

<그림 3-11> a는 가덕수도 및 부근해상에서 조업 중인 어선의 분포도이다. 최근 항로 및 항만 부근해상에서의 어선조업 및 어구설치, 선단조업 이동 등 난류성 해류에 따른 계절성 어업이 성행함에 따라 특히 항로상에서의 불법조업으로 인한 해양사고의 잠재적 가능성과 통항장애로 인한 항만 물류흐름에 악영향을 미치고, 해양사고의 주된 요소로 부각되고 있다.

이렇듯 어선관련 해양사고가 빈번하게 발생함에도 불구하고 이에 따른 관련 당국의 실효성 있는 대응방안이 없는 현실이며, 소형어선의 특성상 RADAR 등에 의한 식별이 곤란하여 사전대응에 어려움이 있고, 또한 일부어선의 경우 일반 선박이 보유하고 있는 VHF(초단파무선통신기) 무선설비를 설치하고 있는 경우도 있으나 사용을 거의 하지 않고 있으며, 대부분의 선박이 중단파대 통신기(SSB)만을 설치 운용하고 있어 어선과 일반선박간의 안전운항을 위한 통신소통이 불가하며, 또한 어선과 해안국과의 통신소통도 원활치 못한 실정이다.

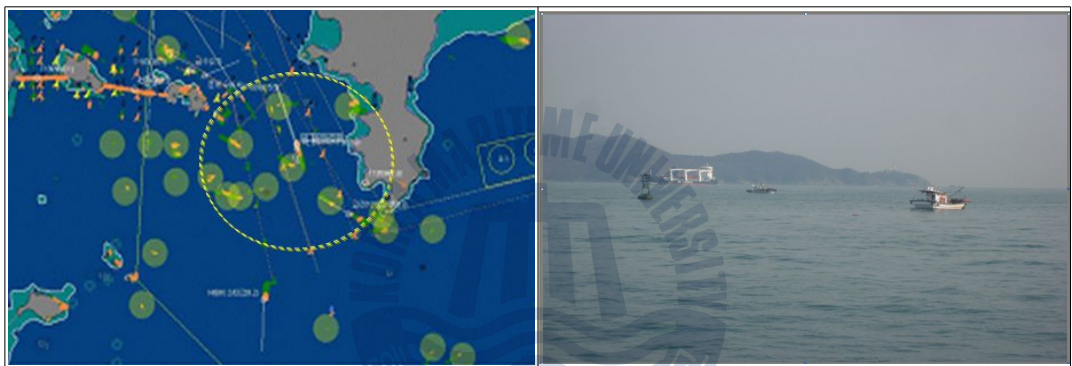
해양항만청은 2010년 5월 현재 어선의 입출항이 잦거나 어선과 동일한 항로를 이용하는 일부항만(부산, 군산, 목포, 동해, 여수, 울산, 완도)에 어선통신망(SSB 27MHZ, 5W)을 설치·운영하고 있으며, 각 지방 항만에 설치를 서두르고 있다. 그러나 어선과의 통신소통이 원활치 못하여 효용성 문제로 아직 활성화 되지 못하고 있다.

즉, 선박통항관리를 맡고 있는 해상교통관제센터에서 어선통신망을 이용하여 호출하여도 응답이 없는 상태로 사실상 교신기능이 상실한 상태라 할 수 있다. 이는 어선의 특성상 소수 인원 조업으로 무전기 설치장소인 선교에서 무선설비 청수가 사실상 어려운 면도 있으며, 어선에서 필요시만 무전기를 사용하고 평상시에는 off상태인 경우가 많고, 어선원 대부분 고령화 등으로 교신채널 변경 등 원활한 통신기 사용에 애로를 느끼고 있는 것으로 파악되었다.

또한 선박의 기동성이 제한되는 협소한 항만 내나 항로에 잡종선이나 어선 등의 무질서한 출현 및 선박교통의 폭주로 인한 혼잡도 증가는 선박 운항자에게 커다란 심적 부담을 주게 된다. 결국 이러한 요인들은 운항자의 판단을 어렵게 하고 순간적인 오판을 할 경우에는 선박 특성상 특히, 가항 수역이 제한된 항만 내 및 항로상에서는 심각한 위험상황으로 전개될 개연성이 높다. 따라서 이러한 선박들에 대한 무질서한 항로 출입 및 통항선박의 항로방해를 가능한 차단할 수 있는 현실적인 방안이 강구되어야 할 것이다. 물론 이를 위해서 계몽활동과 단속활동을 하고 있지만 별다른 실효성을 거두지 못하고 있는 실정이다.

<그림 3-11> b는 가덕수도 출항항로상에서 조업 중인 선박을 항내 순찰선을 이용하여 현장답사 촬영한 모습이며, <그림 3-12>는 최근 가덕수도 입구 동두말 부근해상에서 출항중인 어선과 입항선(예선)과의 충돌상황을 나타낸 그림이다.

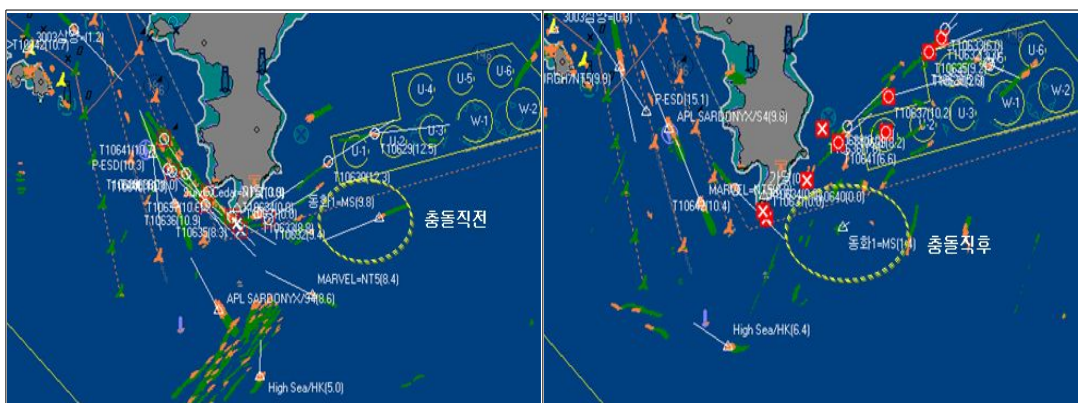
가덕수도 및 인근 해상에서의 채낚기, 자망, 통발, 주낙 등의 어로행위 및 건어망 멸치잡이 어선세력들의 조업과 계절성 어업인 대구, 청어, 숭어 등의 어망 설치로 인해 입출항 선박 및 통항선박에 대한 위해요소로 작용하고 있을 뿐만 아니라 이들과의 교신체계도 없어 선박안전을 위협하고 있는 것으로 파악되었다. 또한 선박통항장애가 주 1-2회 정도로 자주 발생하여 그 위해 정도가 심각한 것으로 판단된다.



어선 조업상황도 a

어선 조업상황도 b

<그림 3-11> 어선 조업상황도



선박 충돌상황도 a

선박 충돌상황도 b

<그림 3-12> 선박 충돌상황도

3.2.2 선박크기별 통항 분석

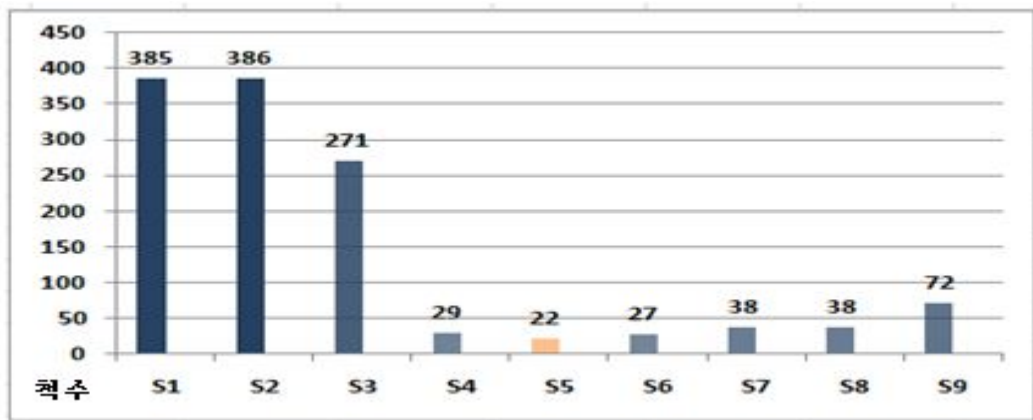
선박 크기별 통항 분석은 선박의 톤수를 기준으로 <표 3-4>와 같이 S1에서 S9 단계로 구분하여 파악하였고, <그림 3-13>은 선박 크기별 통항척수를 그래프로 나타낸 것이다.

분석결과에 따르면, 조사기간 총 통항척수 1,268척 중 500톤 미만의 소형선박이 60.78%로 교통량의 주류를 이루고 있는 것으로 파악되었다. 이는 선종별 통항분석에서도 나타난 바와 같이 급유선, 석유제품운반선, 중량화물 운반선, 준설선, 도선선, 공사작업선 등의 소형 예부선의 통항이 가장 많음을 재확인한 것이다.

또한 2만톤 이상의 대형선은 8.66%(110척)로 대부분이 풀컨테이너 선박으로서 부산항 신항에 출입한 선박이며, 진해권역 시운전 대형선박(LNG 선 등)이 하루 1척정도 가덕수도를 통항하는 것으로 분석되었다. (진해권 관내항만에서의 시운전선박은 하루 1~2척으로 전체 시운전 선박은 하루 평균 2.5~3척이다)

<표 3-4> 선박크기별 통항 척수 및 비율

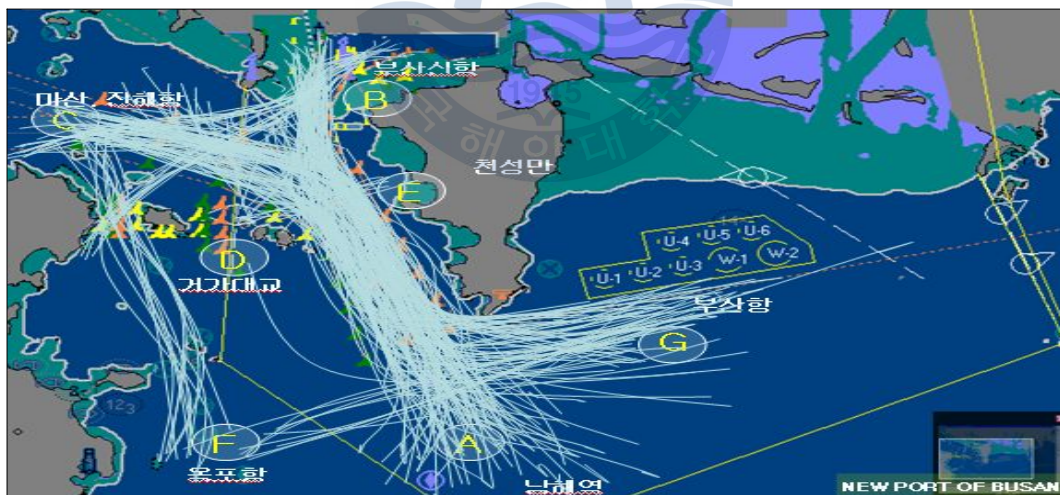
선박크기	통항척수	비율
S1 : 100톤 미만	385	30.35
S2 : 100~500톤	386	30.43
S3 : 500~3,000톤	271	21.36
S4 : 3,000~5,000톤	29	2.33
S5 : 5,000~7,000톤	22	1.75
S6 : 7,000~10,000톤	27	2.13
S7 : 10,000~20,000톤	38	3.00
S8 : 20,000~50,000톤	38	3.00
S9 : 50,000톤 이상	72	5.70
총합계	1,268척	100



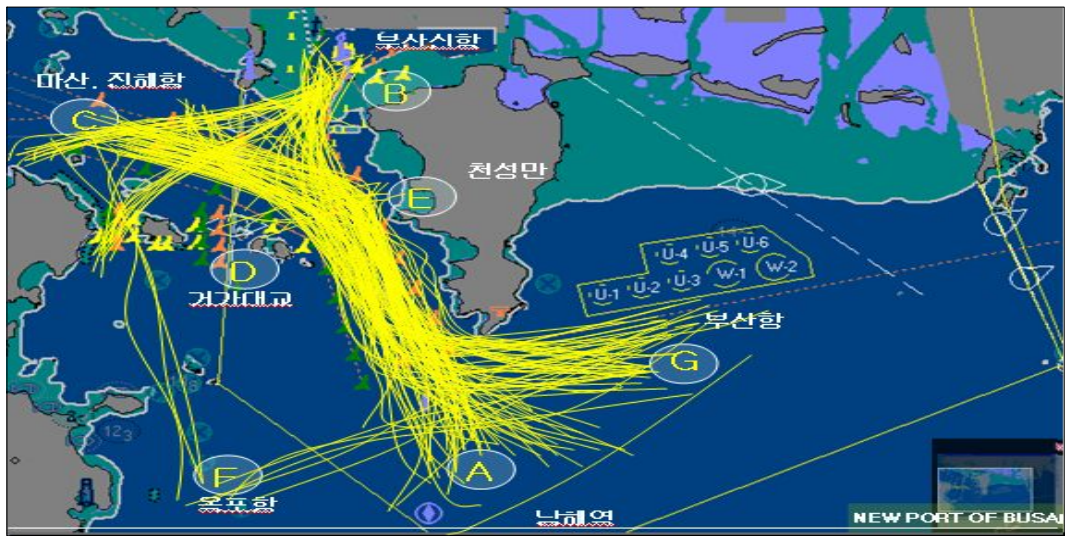
<그림 3-13> 선박 크기별 통항척수 분포도

3.2.3 조사 일자별 통항 분석

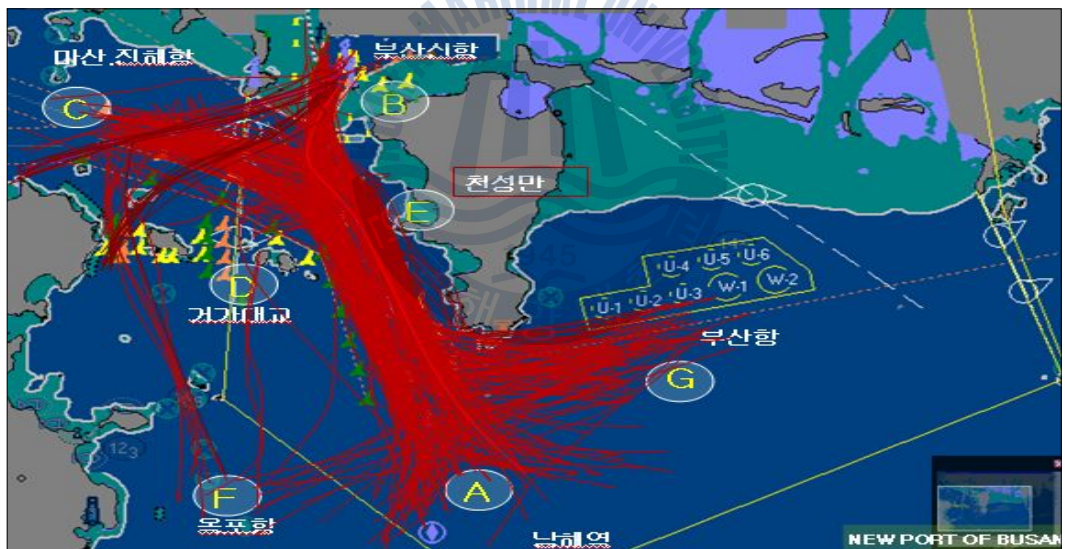
다음은 7.5일부터 7.9일까지의 항적을 날짜별로 구분 색상을 달리하여 <그림 3-14>에서 <그림 3-18>과 같이 나타냈으며, 하루 24시간 동안의 통항한 선박의 항적이다.



<그림 3-14> 7월 5일 항적도



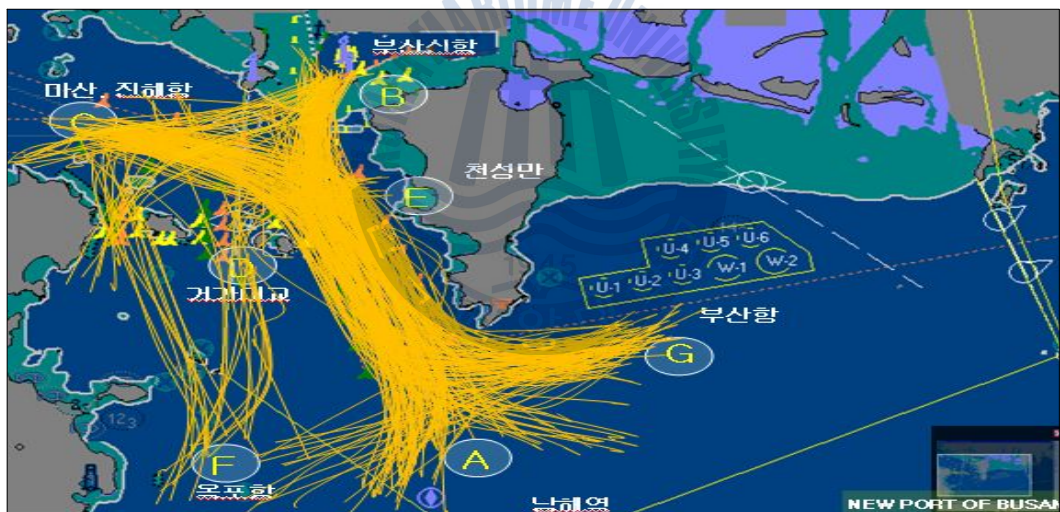
<그림 3-15> 7월 6일 항적도



<그림 3-16> 7월 7일 항적도



<그림 3-17> 7월 8일 항적도



<그림 3-18> 7월 9일 항적도

위의 분석결과와 같이 일자별 통항선박의 누적 항적은 거의 유사한 통항패턴을 이루고 있으며, 일별 통항 척수 또한 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 하루 평균 253여척의 선박이 가덕수도를 중심으로 주변해역을 통항하고 있으며, 가덕수도를 중심으로 한 선박의 집중현상과 여러 방향에서 선박이 교차하는 형태를 보이고 있어, 항로횡단 및 교차관계에 따른 선박의 위험성을 확인 할 수 있다.

특히 가덕수도 진출입로 및 신항 입구 주의해역(Precaution Area)⁹⁾부근에 대한 집중 통항관리 및 효율적인 선박 분산대책이 마련되어야 할 것으로 판단된다. <표 3-5>는 일자별 통항척수를 나타낸 것이며, <그림 3-19>는 일자별 통항척수를 나타내는 그래프이다.

<표 3-5> 조사 일자별 통항 척수

일 자	통항척수
7월 5일(月)	237
7월 6일(火)	248
7월 7일(水)	249
7월 8일(木)	253
7월 9일(金)	281
총합계	1,268



<그림 3-19> 일자별 통항척수 그래프

9) 지정항로 내에서 선박이 밀집되거나 교차 항해의 우려가 있는 해역을 주의항로로 지정 한다.
(해상교통안전법 제 62조의 규정에 의하여 신항 항로지정 및 항행안전에 관한 규정 제정)

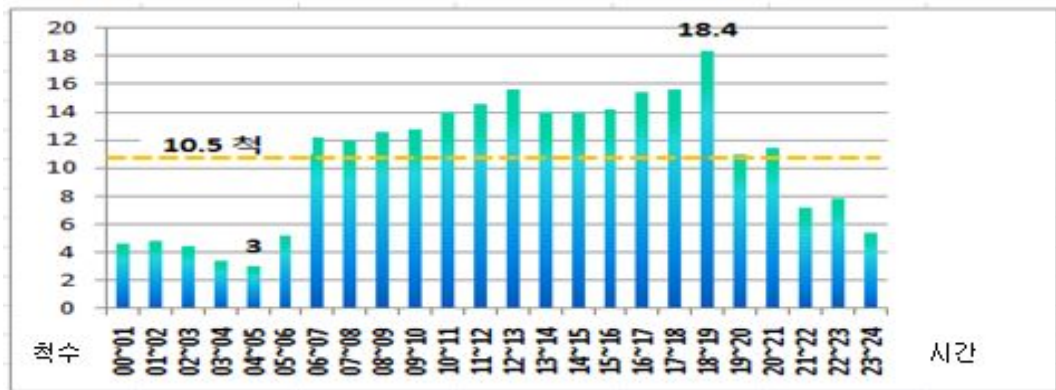
3.2.4 시간대별 통행 분석

<표 3-6>은 조사기간 중 시간대별 통행선박의 척수를 표로 나타낸 것이다. 하루시간 중 오전 06시부터 오후 21시까지의 통행량이 가장 빈번한 시간대로 확인되었으며, 가장 통행이 많은 시간대는 11~13시, 17~19시로 분석되었다.

<그림 3-20>은 시간당 통행척수 및 평균통행 척수(점선)를 나타낸 그래프로써 시간당 가장 많은 통행척수는 18.4척으로 분석되었다.

<표 3-6> 시간대별 통행선박의 척수

시 간	7월 5일	7월 6일	7월 7일	7월 8일	7월 9일	합 계	시간당통행척수
00~01	6	6	3	5	3	23	4.60
01~02	4	4	7	5	4	24	4.80
02~03	4	6	2	5	5	22	4.40
03~04	7	1	2	4	3	17	3.40
04~05	3	2	3	2	5	15	3.00
05~06	5	5	4	4	8	26	5.20
06~07	13	15	9	14	10	61	12.20
07~08	14	14	9	13	10	60	12.00
08~09	10	16	12	11	14	63	12.60
09~10	9	13	14	16	12	64	12.80
10~11	14	16	14	14	12	70	14.00
11~12	13	16	14	12	18	73	14.60
12~13	10	12	18	18	20	78	15.60
13~14	13	13	14	11	19	70	14.00
14~15	12	14	15	12	17	70	14.00
15~16	13	11	12	17	18	71	14.20
16~17	14	13	13	18	19	77	15.40
17~18	13	13	17	17	18	78	15.60
18~19	15	18	21	19	19	92	18.40
19~20	8	12	12	11	12	55	11.00
20~21	15	9	10	11	12	57	11.40
21~22	8	4	9	6	9	36	7.20
22~23	8	13	6	5	7	39	7.80
23~24	6	2	9	3	7	27	5.40
총합계	237	248	249	253	281	1,268	10.57



<그림 3-20> 시간당 통항척수 및 평균통항 척수

3.2.5 기종점 통항분석(OD : Origin and Destination survey)

선박의 통항에는 반드시 출발지(Origin)와 목적지(Destination)가 정해져 있는데 이러한 선박교통 흐름을 출발지-목적지별로 분류 항행의 큰 흐름을 단순화하는 것을 통항경로대(OD) 분류라고 한다.

또한 항적데이터를 OD별로 분류하고, 항행의 큰 흐름을 몇 개로 단순화하는 작업을 통해 각각의 경로대별로 나타내고, 척수의 집계와 분석을 실시함으로써 대상해역의 전체 흐름을 파악하고, 해당 해역의 선박통항의 집중도와 위험도를 판단할 수 있는 분석과정이다. 이러한 조사결과는 장래의 교통수요를 예측하는 기초자료로 이용되고 교통계획 수립에 중요한 데이터가 된다.

1) OD 라인 설정 기준

본 연구에서는 통항선박의 보다 정밀한 분석을 위해 항적데이터를 수집하여 가덕수도를 중심으로 부근해역에 대한 선박의 동적(動的) 움직임과 통항 특성을 파악하고자 한다. OD 라인 지점 설정원칙은 다음과 같다.

- (1) 항로 진출입 지점 및 각 항간의 분기점을 선택한다.
- (2) 교통의 집중현상과 교차상황을 유발시키는 해역의 통항 특성을 파악할 수 있는 지점을 선택한다.
- (3) 교통량의 변동이 심한 곳이나 위험성이 내포된 곳을 선택한다.
- (4) 해당 항만의 전반적인 교통 흐름을 대표할 수 있는 지점을 선택한다.

위의 설정기준을 고려하여 <그림 3-21>과 같이 OD 라인 지점을 설정하여

<그림 3-22>에서 <그림 3-30>까지 각 OD별 항적을 분석하였다. <표 3-7>은 OD 라인 설정내용에 대한 설명이다. 즉 선박의 항적이 2개의 OD 라인을 통과하는 경우 출발점 OD 라인을 통과하여 종착점 OD 라인을 통과하는 경우를 추출하여 선박의 진출입 영역을 파악하였다.



<그림 3-21> OD 라인 설정지점

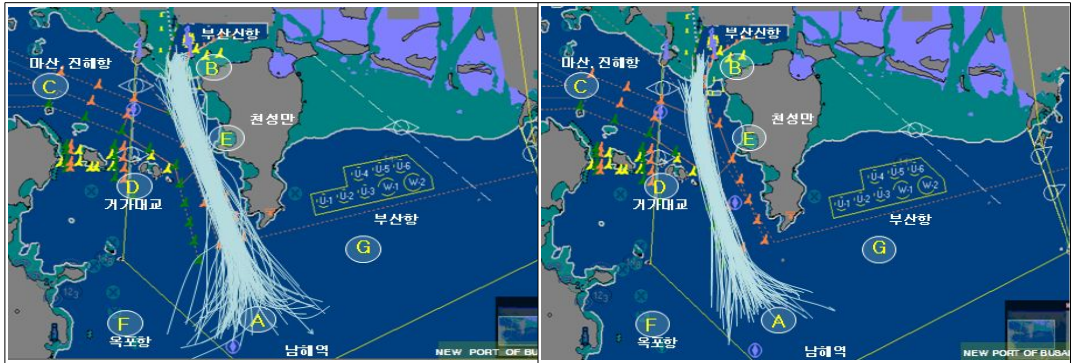
<표 3-7> OD 라인 설정내용

OD 지점	설정내용
①	남·동해방향(가덕수도 진출입구)
②	부산항 신항로(부산항 제 5항로)
③	마산·진해항 방면
④	거가대교(침매터널)
⑤	가덕도 천성만
⑥	옥포항 방면
⑦	부산항 방면

2) OD별 항적도 분석

OD별 통항경로대를 $A \leftrightarrow B$, $A \leftrightarrow C$, $B \leftrightarrow C$, $B \leftrightarrow D$, $D \leftrightarrow E$, $C \leftrightarrow F$, $F \leftrightarrow G$, $B \leftrightarrow G$, $C \leftrightarrow G$ 의 18방향으로 분류하여 각 운항구간의 항적을 분석하였다.

(1) $A \rightarrow B$, $B \rightarrow A$ 항적



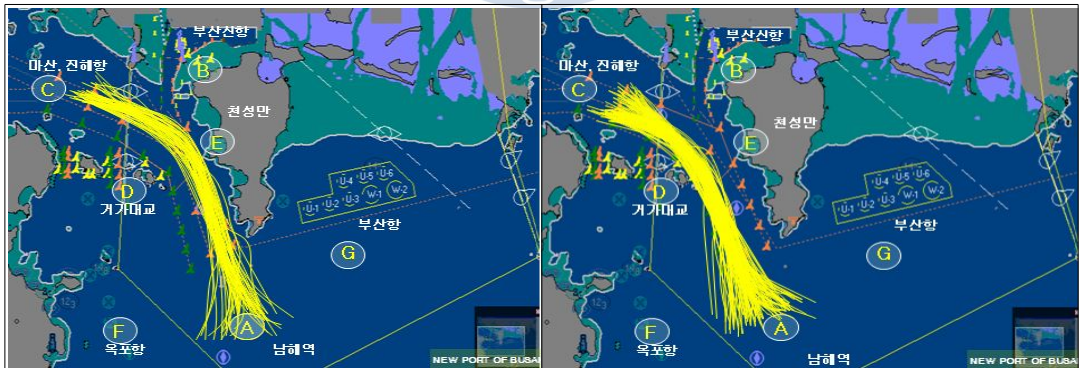
a. $A \rightarrow B$ 항적도

b. $B \rightarrow A$ 항적도

<그림 3-22> $A \leftrightarrow B$ 항적도

AB, BA는 남·동해 방향과 부산항 신항간 입출항 통항대로써, 주로 중국, 일본, 동남아시아, 미주 등 남해역 방향으로 통항하는 선박으로 대형 컨테이너 선박이 주류를 이루며, 신항만 준설 및 배후단지 매립에 따른 예부선과 모래 채취선의 통항이 빈번한 구간이다. 또한 전체 통항 경로대 중 부산-마산 운항 구간 다음으로 교통이 복잡한 항로이다.

(2) $A \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ 항적



a. $A \rightarrow C$ 항적도

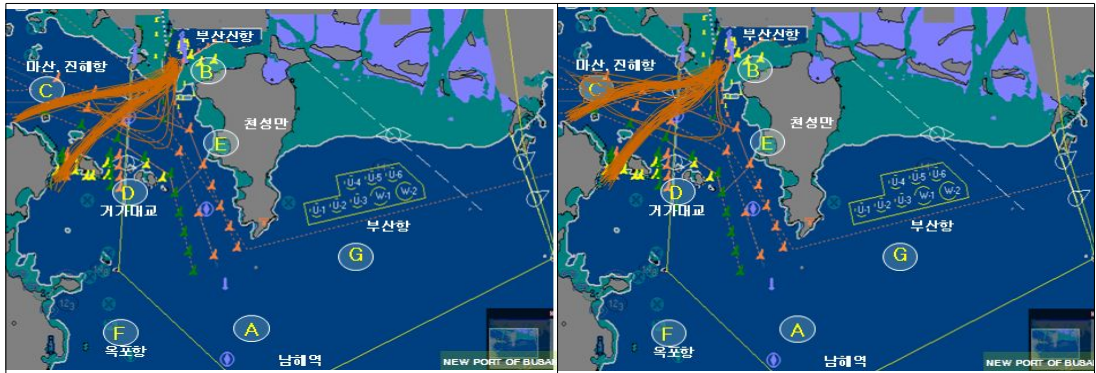
b. $C \rightarrow A$ 항적도

<그림 3-23> $A \leftrightarrow C$ 항적도

AC, CA는 진해·마산권역과 남·동해역 간을 연결하는 통항선박의 항적으로

서 가덕수도 전(全)구간을 걸쳐 통항하고, 일반화물선, 예부선, 위험물 운반선, LNG선, 시운전선, 군함 등 다양한 선박들이 통항하는 것이 큰 특징이며, OD별 구간 중 비교적 교통량의 비중이 많은 구간이다.

(3) B→C, C→B 항적



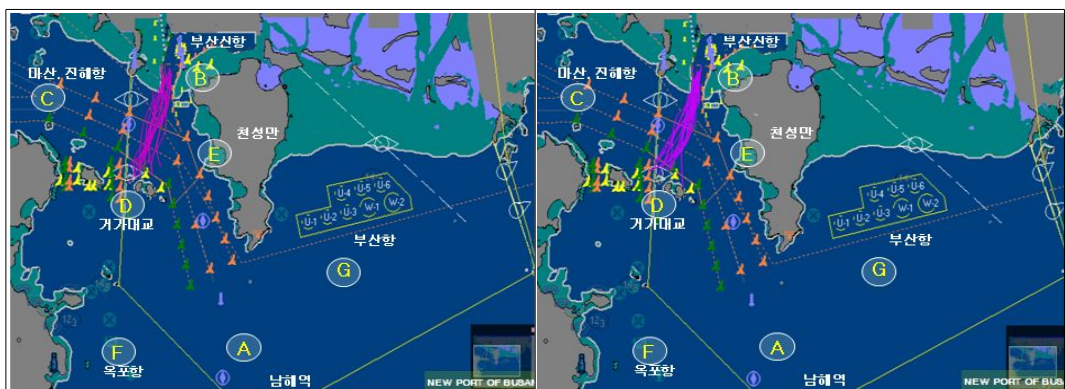
a. B→C 항적도

b. C→B 항적도

<그림 3-24> B↔C 항적도

BC, CB는 부산항 신항과 마산·진해항 방향 간 입출항 통항대로써, 신항과 진해·마산권역 간을 오가는 예부선과 컨테이너 피더선의 운항이 하루 1~2척 정도로 드물게 나타나며, 주로 진해 안골과 거제 간을 오가는 연안 여객선 풍양아일랜드(안골-간곡)와 성우페리(안골-구영)호의 일정한 항적이 뚜렷하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 위의 통항대는 거가대교 및 침매터널공사가 완료되는 시점인 2010. 12월경엔 다소 변화를 보이게 될 것으로 판단된다.

(4) B→D, D→B 항적



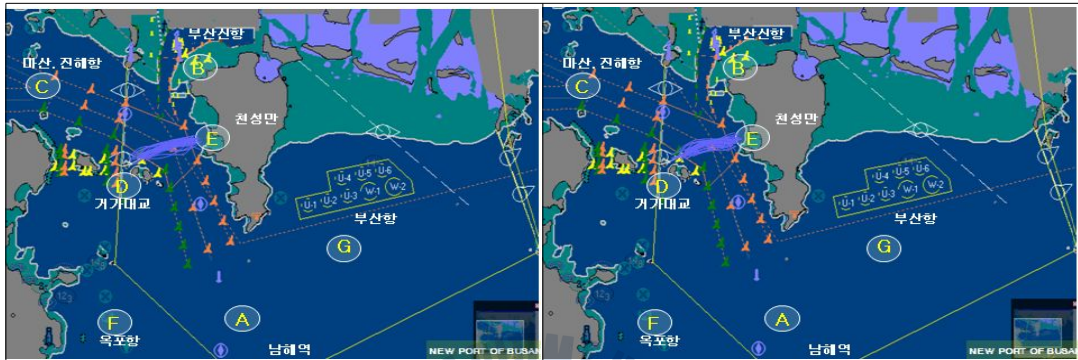
a. B→D 항적도

b. D→B 항적도

<그림 3-25> B↔D 항적도

BD, DB는 신항 안골과 거가대교, 침매터널 공사현장을 오가는 선박들의 항적으로써 공사 관련 예부선, 통선, 급수선 및 공사 관련 중장비 및 공사차량 운송 선박(영진호, 신한페리 1호)등의 간헐적 흐름을 보이고 있다. 현재 마산방향 통항선박과의 교차관계 형성으로 통항장애가 되고 있으나, 거가대교 및 침매터널공사가 완료되면 자연 해소 될 것으로 판단된다.

(5) D→E, E→D 항적



a. D→E 항적도

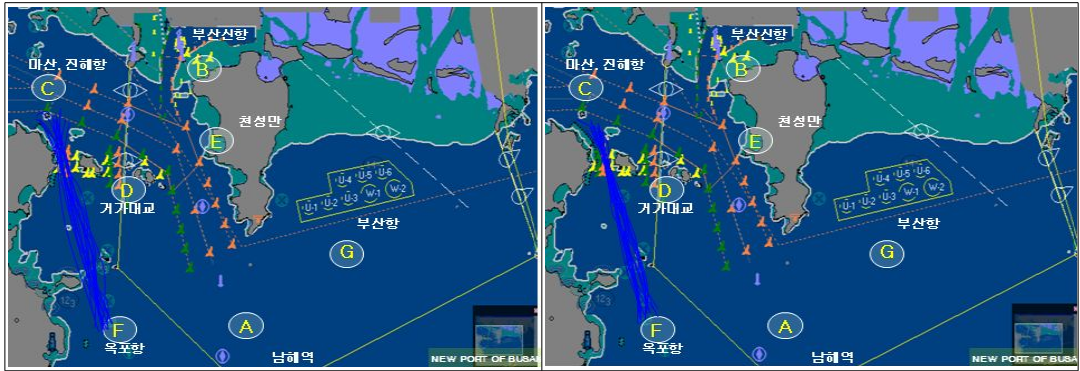
b. E→D 항적도

<그림 3-26> D↔E 항적도

DE, ED는 운항구간이 가장 짧은 거가대교(침매터널)와 천성만 통항대로써, 가덕수도의 주의해역인 만곡부로 선박의 교차현상과 집중현상, 병목현상 등이 발생하는 매우 복잡한 양상을 보이는 해역이다,

또한 가덕도 천성만과 거가대교, 침매터널 공사구간을 은하수(통선)가 일일 약 4-5회 정도 운항하며, 공사현장에서 발생된 토사, 석재 등을 천성만으로 운송작업을 하는 2척의 예부선(삼양3001, 금수호)이 일일 1-2회 정도 항로를 횡단, 입출항 선박과의 조우관계를 형성함으로써 통항상 위해요소로 작용하고 있다. 그러나, B-D 경로대와 마찬가지로 2010년 12월 거가대교 및 침매터널 공사가 완료되고 나면 자연 해소될 것으로 판단된다.

(6) C→F, F→C 항적



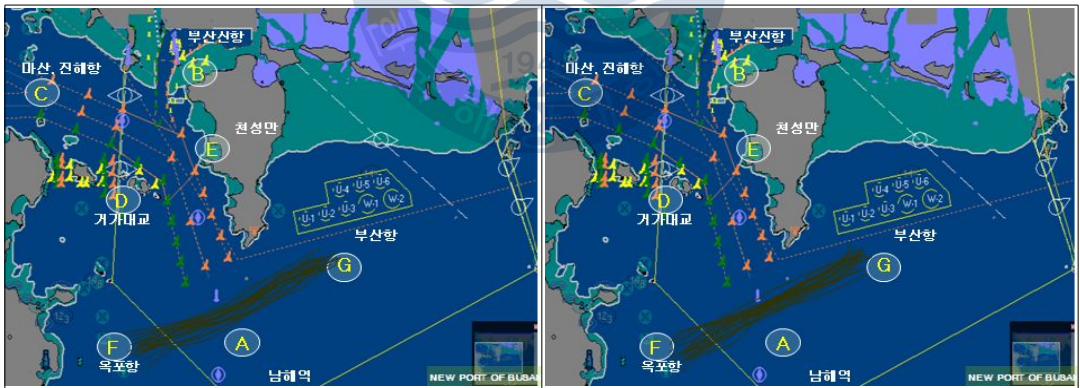
a. C→F 항적도

b. F→C 항적도

<그림 3-27> C↔F 항적도

CF, FC는 진해·마산권역과 거제도 옥포항을 오가는 가항수역을 통항한 항적이다. 주로 예부선이 고성, 통영 등지에서 생산된 조선기자재(블록) 등의 중량 화물을 옥포 대우조선소로 운송하고 있으며, 이들 중 대부분의 선박들은 지정항로 준수 의무가 있는 선박들이므로 항로를 단축하기 위하여 가덕수도를 우회 연안 통항대를 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

(7) F→G, G→F 항적



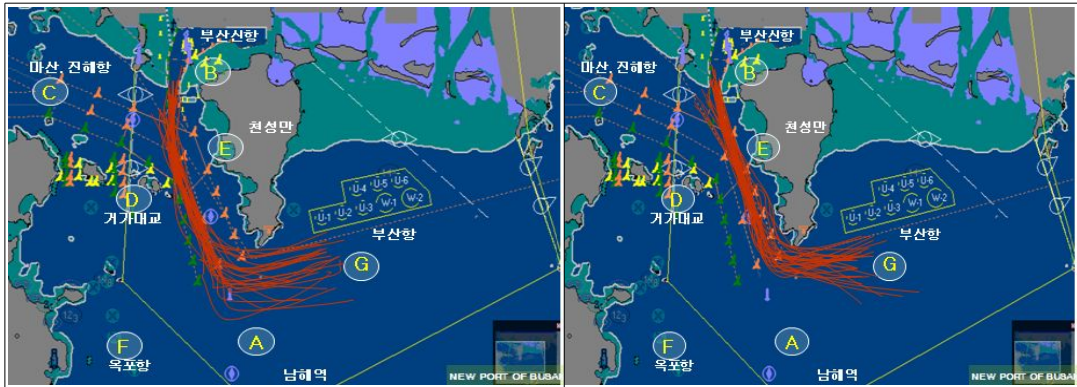
a. F→G 항적도

b. G→F 항적도

<그림 3-28> F↔G 항적도

FG, GF는 옥포항과 부산항 방향간 통항대로써, 주로 부산과 옥포항을 오가는 정기 연안여객선(뉴 아카디아호 일일1회, 데모크라시 1호 일일 2회 왕복운항)과 급유선들의 흐름이 주류를 이루고 있다.

(8) B→G, G→B 항적



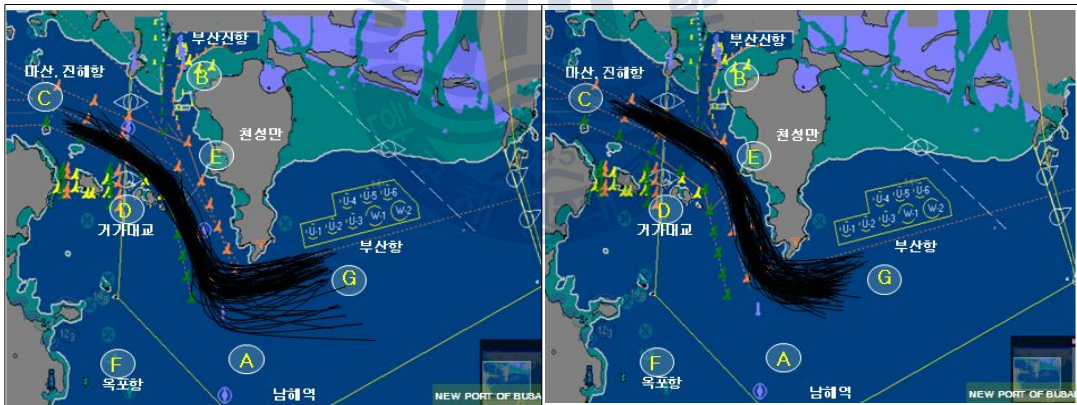
a. B→G 항적도

b. G→B 항적도

<그림 3-29> B↔G 항적도

BG, GB는 신항과 부산·울산 동해중부 방향간의 통항선박 항적이다. 국내외 환적화물 운송을 위한 피더선(IRIS T, 지스타호 등)과 급유·급수선 등 항내 역무에 종사하는 선박이 주류를 이루고 있다.

(9) C→G, G→C 항적



a. C→G항적도

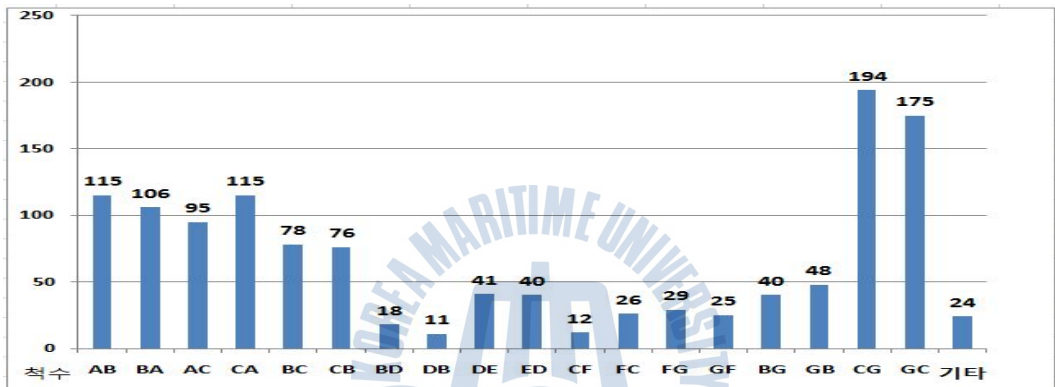
b. G→C 항적도

<그림 3-30> C↔G 항적도

CG, GC는 가덕수도 전(全)구간을 통한 부산-마산·진해 방향간의 주요 통항 대로써 급유선과 예부선, 일반화물선 등의 통항이 잦고, 교통흐름의 비중이 가장 혼잡한 구간으로 집중통항관리가 요구되는 구간이다.

3) OD별 통항 척수 분석

<그림 3-31>과 <표 3-8>은 조사기간 중 OD별 통항 척수를 그림과 표로 나타낸 것이다. 교통의 흐름이 가장 혼잡한 경로대는 CG와 GC(부산-마산·진해 방향 간)의 구간으로써 전체 비율 중 29.09%를 차지하고 있다. 다음으로는 AB와 BA(부산신항과 남·동해권역 간)의 구간으로 17.41%, AC와 CA(마산·진해권역과 동·남해권역 간)는 16.55%, 가장 통항량이 적은 경로는 2.27%를 차지한 BD와 DB(부산항 신항과 거가대교·침매터널 공사 구역 간)의 항로 횡단 구간으로 파악되었다.



<그림 3-31> OD별 통항척수 분포도

<표 3-8> OD별 통행 척수

구 분	7월 5일	7월 6일	7월 7일	7월 8일	7월 9일	합 계	비 율
AB	21	20	27	21	26	115	9.06
BA	20	21	18	19	28	106	8.35
AC	22	16	20	17	20	95	7.49
CA	23	35	19	19	19	115	9.06
BC	16	14	15	14	<u>19</u>	78	6.15
CB	15	14	14	16	<u>17</u>	76	5.99
BD	3	3	4	4	4	18	1.41
DB	1	4	2	2	<u>2</u>	11	0.86
DE	7	7	8	11	<u>8</u>	41	3.23
ED	7	9	8	9	<u>7</u>	40	3.15
CF	2	2	2	3	3	12	0.94
FC	4	4	5	6	7	26	2.05
FG	6	5	4	6	8	29	2.28
GF	3	4	6	7	5	25	1.97
BG	9	8	10	5	8	40	3.15
GB	9	9	10	13	7	48	3.78
CG	32	34	41	40	47	194	15.29
GC	32	36	31	36	40	175	13.80
기타	5	3	5	5	<u>6</u>	24	1.99
총합계	237	248	249	253	281	1,268	100%

4) OD별 운항속력 측정

<표 3-9>는 OD별 운항속력을 나타낸 표이다. 전반적인 흐름으로 볼 때 5~10 노트의 경우 46.68%, 10~15노트의 경우 38.80%로 비교적 원활한 교통흐름을 보이고 있는 것으로 파악되었다.

그러나, 쾌속여객선의 통행이 빈번한 C-G, F-G 경로대의 경우, 30노트이상 빠른 속력으로 통행한 선박으로 인한 충돌위험성과 운전이 부자유스러운 예부선 통행의 경우 5노트 이하의 저속운항으로 인해 일부구간 정체현상 발생으로 교통흐름을 방해하는 것으로 나타났다.

<표 3-9> OD별 운항속력

(단위 : kts)

구 분	0~5	5~10	10~15	15~20	20이상	합계
AB	2	54	56	3	-	115
BA	1	54	45	6	-	106
AC	3	30	55	6	1	95
CA	1	37	63	9	5	115
BC	-	9	67	1	1	78
CB	1	10	64	1	-	76
BD	1	12	5	-	-	18
DB	-	8	3	-	-	11
DE	8	22	11	-	-	41
ED	9	21	10	-	-	40
CF	1	11	-	-	-	12
FC	-	18	7	1	-	26
FG	3	10	3	-	13	29
GF	-	15	-	-	10	25
BG	1	21	15	2	1	40
GB	4	25	14	5	-	48
CG	14	117	39	-	24	194
GC	13	109	29	1	23	175
기타	4	9	6	3	2	24
총합계	66	592	492	38	80	1,268척

3.3 해상 교통 혼잡도 분석

해상교통 환경변화에 따른 교통 혼잡도 평가는 반드시 고려되어야 할 중요한 요소라 할 수 있다. 이미 진해·마산·가덕수도 등에 대한 교통 혼잡도 평가는 “진해만 해역에 대한 해상교통 환경 평가 연구용역 보고서”(한국해양대학교 해사산업 연구소, 2009)를 통해 연구된 바 있지만 구체적인 사항은 언급이 되지 않아, 본 연구에서는 부산항 신항 가덕수도에 대한 교통 환경변화를 감안하여 조사기간 중 해상교통 조사 분석에 따른 선박종류 및 크기별 통항척수를 기준으로 2010년 연간 교통량을 추정하고, 이를 토대로 하여 혼잡도를 평가하고자 한다.

3.3.1 혼잡도 평가 기준

“대상해역에 대한 교통 혼잡도 평가는 항로가 수용할 수 있는 교통량을 평가하는 것을 의미한다. 즉, 장래 항만의 입출항 예상 통항량을 추정하고 이를 토대로 추정교통량을 계산하여 그 값이 허용 교통량 범위 내에 들어가는지의 여부로써 교통 혼잡도를 평가한다.”(藤井弥平, PP. 119~125, 1981; 박진수, 2001)

해상에서의 교통량은 항로 폭과 선속을 곱한 값을 후방점용영역¹⁰⁾의 면적으로 나누어 구하며, 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$Q = \frac{1}{vs} WV \dots\dots\dots(3-1)$$

여기서, Q : 교통량(척/h)

v : 점용영역의 장직경(km)

s : 점용영역의 단직경(km)

w : 항로 폭(km)

v : 선속(km/h)

10) 점용영역 : 선박을 조종하는 항해사는 선박을 안전하게 항해하기 위해서 타 선박, 고정물 표, 천수 등으로부터 일정한 거리를 유지하려고 노력한다. 이 거리는 선박의 속력, 시정, 대상 위험물의 종류에 따라 달라진다. 이 때 선박을 조종하는 항해사가 일정한 거리를 지키려고 노력하는 영역을 선박의 점용영역이라 한다. 이 영역은 선박이 타 선박의 점용영역과 중첩되지 않고 자선 주위의 수역 중 실제 점용하는 영역이다.

한편, 교통용량은 다음과 같은 세 가지로 대별하여 평가한다.

첫째: 기본 교통용량

통상의 항행조건에서 거의 같은 크기의 선박이 거의 같은 정도의 속력으로 일정 폭의 직선 모양의 수로를 한 방향으로 단위 시간에 통과 할 수 있는 최대 척수

둘째: 가능 교통용량

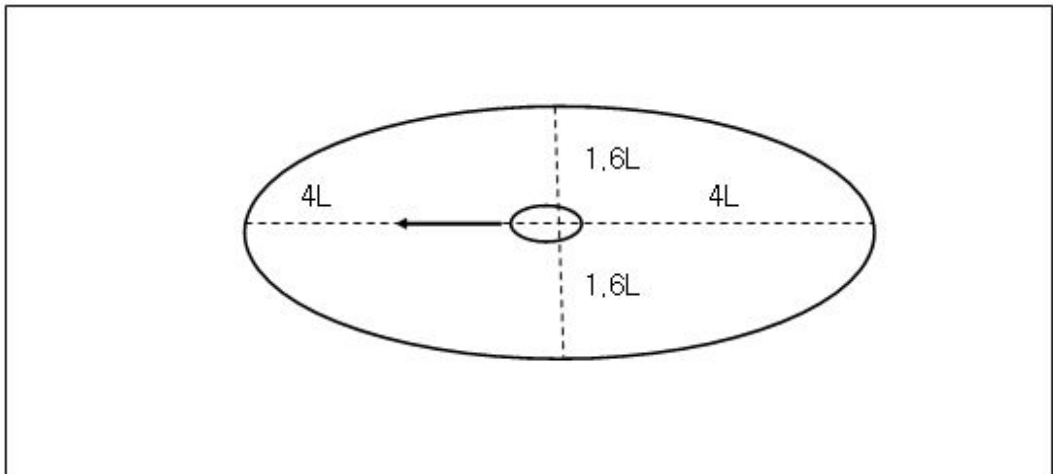
그 때 그 장소의 실제 조건하에서 수로를 단위 시간에 통항할 수 있는 최대 척수
셋째: 실용 교통용량

기상상태의 출현빈도, 선박항행의 자유성, 교통사고의 예상 발생 수, 적용되는 교통관리의 양식, 항로의 교통체계중요성 등으로부터 정해지는 서비스 수준과 가능교통량으로부터 정한 용량이다. 이를 실제 교통량이라고도 하며 실제 허용 가능 교통량을 의미하는 실용교통량은 교통관리가 없는 경우 기본교통량의 1/4로 본다.

3.3.2 기본 교통용량 및 실용 교통용량 산출

먼저 해당해역에 대한 항로의 실용교통량을 구하기 위해서는 점용영역의 장직경과 단직경 값을 정하여야 하며, 이 값은 일본 우라가스이도(浦賀水道) 및 관문해협(關門海峽)에서의 RADAR 관측을 통한 데이터 값을 기준으로 하여 점용영역의 크기를 정하였다.

일반적으로 협수로의 경우 장직경 $Y=6L$, 단직경 $s=1.5L$ 로하고 평균속력은 6 노트로 한다. 가덕수도와 같은 충분한 수역에서의 최대속력(10~16kts)으로 항해할 수 있고, 수로에 장애물(섬, 천수 등)이 없는 경우 타원형으로 표현한 점용영역의 평균 크기는 <그림 3-32>와 같이 선박의 진행방향(장직경)으로 $8L$, 진행방향의 측면(단직경)으로 $3.2L$ 을 준용하여 교통용량을 구한다. 여기서 L 은 선박의 전장을 나타내며, 속력은 가덕수도의 평균선속을 10kts(18.5km/h)로 적용하였다.



출처 : 藤井弥平, P.123, (1981)

<그림 3-32> 충분한 수역에서의 선박의 점용영역

또한 크기가 다양한 선박들이 서로 혼재해서 통항하기 때문에 혼잡도를 평가하기 위해서는 표준선박을 정한 후, 이 표준선박이 시간당 몇 척씩 통과 할 수 있는지를 계산하여 평가하여야 한다.

본 연구에서는 <표 3-4>의 선박크기별 통항분석 결과에서도 나타난 바와 같이 해당해역을 통항하는 3,000톤 이하의 중소형선박이 전체통항수의 82.14%를 차지하고 있고, 우리나라 연안을 가장 많이 이용하는 선박이 500~3,000톤이기 때문에 표준선을 총톤수(G/T) 1,000톤인 전장(L) 70m의 선박으로 정한 후 계산하였다. 그러나, 향후 신항만 완공에 따른 대형선의 출입이 빈번할 것을 감안하면 표준선의 기준도 상향조정되어야 할 것으로 판단된다.

이 값을 기준으로 하여 가덕수도에 대해 최소 입출항 항로 폭을 기준하여 기본 교통용량과 실용 교통용량을 계산하면 <표 3-10>과 같다.

<표 3-10> 부산항 가덕수도 출입항로 최소(최대)교통용량(10kts)

구 분	최소 항로 폭 (m)	기본교통용량 (척/h)	실용교통용량 (척/h)
가덕수도	700(1,200)	103.34(177.16)	25.83(44.29)

3.3.3 L² 환산 교통량 산출

L² 환산 교통량을 구함으로써 항로의 교통용량을 평가할 수 있으며, 이러한 과정은 선박교통량 데이터의 분석에서 필수적인 한 부분이다.

선박의 크기에 따라 차지하는 해역의 크기, 주위에 미치는 위험도나 필요로 하는 해역의 크기가 다르므로 선박의 크기를 고려한 관계를 정량화하여 나타내 보이는 것이 L환산 교통량이다. 선박의 척수를 환산할 때 주로 선박의 길이를 기준으로 환산하는 것으로 L환산계수를 구할 때에는 통상 표준선을 정하고 이것을 1로 하여 환산 계수를 취해서 적산하는 것이 일반적이다.

“항해중인 선박이나 정박 중인 선박을 위한 필요한 해역의 면적은 보통 L²에 비례하며, L² 계수는 선박의 길이를 제공한 것으로 선박이 차지하는 면적을 감안한 계수이다. 이를 이용하여 항로의 교통용량을 평가한다. 여기서 L²는 표준선과의 크기의 비를 나타내는 L 환산계수의 제곱 값이다.” (藤井弥平 외, 1981)

<표3-11>은 우리나라의 톤수 그룹별 대표 선박길이와 L² 환산계수를 나타내고 있다. 이 때 표준선의 크기는 1995년 우리나라 연안선 평균톤수에 가까운 약 1,000G/T급 (70m 선박)이다.

<표 3-11> 우리나라의 톤수 그룹별 대표 선박의 길이와 L² 환산계수

구 분	100톤 미만 (G/T)	100- 500 (G/T)	500- 3k (G/T)	3- 5k (G/T)	5- 7k (G/T)	7- 10k (G/T)	10- 20k (G/T)	20- 50k (G/T)	50k 이상 (G/T)
수선 간장(m)	7~ 26	26~ 50	50~ 90	90~ 110	110~ 120	120~ 140	140~ 180	180~ 220	220~ 340
대표 길이(m)	20	40	70	100	115	130	150	200	280
L환산 계수	0.29	0.57	1.0	1.43	1.64	1.86	2.14	2.86	4.0
L ² 환산 계수	0.08	0.32	1.0	2.04	2.69	3.46	4.58	8.18	16.0

출처 : 항만시설물 건설기준서(상권), 해운항만청, PP.12-15, (1993)

海上交通工学, 藤井弥平 외 2명, 海文堂, P.180, (1981)

그리고 <표 3-12>는 조사기간 중 해당구역의 교통량을 L^2 환산 교통량으로 산출하여 나타낸 것이다. 2010년 연간 교통량 92,564척에 대한 L^2 환산 교통량은 165,995척이 된다. 또한 가덕수도의 교통량 추정치에 대해 시간당 평균 L^2 환산 교통량은 아래 <표 3-13>과 같다.

<표 3-12> L^2 환산 교통량

구분	선박크기(톤)	연간 교통량	L^2 환산계수	L^2 환산교통량
가덕수도	100톤 미만	28,105	0.08	2,248
	100~500	28,178	0.32	9,016
	500~3,000	19,783	1.0	19,783
	3,000~5,000	2,117	2.04	4,318
	5,000~7,000	1,606	2.69	4,320
	7,000~10,000	1,971	3.46	6,819
	10,000~20,000	2,774	4.58	12,704
	20,000~50,000	2,774	8.18	22,691
	50,000 이상	5,256	16.0	84,096
	합 계	92,564	-	165,995

<표 3-13> 시간당 평균 L^2 환산 교통량

구 분	L^2 환산 교통량(척)	시간당 평균 L^2 환산 교통량(척)
가덕수도	165,995	18.94

주 : 시간당 평균 L^2 환산 교통량 = L^2 환산교통량 ÷ 365 ÷ 24시간

3.3.4 해상 교통 혼잡도 추정

“대상해역에 대한 정확한 혼잡도 평가를 위해서는 실용 교통용량 산출과 해당 항로를 이용한 선박들의 교통량에 대한 조사가 선행되어야 한다. 실측된 교통량을 기초로 유사함수를 이용하여 산출된 값이 허용 교통량 범위 내에 들어가는지의 여부로써 교통 혼잡도를 평가한다.”

또한 실용 교통용량과 장래 예측되는 교통량을 비교하면 미래의 교통 혼잡도를 예측할 수 있으며, 이 실용 교통량은 표준선박을 기준으로 한 것이므로, 이 값과의 비교를 위하여 표준선박의 크기 비율을 나타내는 L환산계수 및 이의 제곱 값인 L^2 환산계수를 도입하여, 표준선을 기준으로 하였을 때의 교통량을 계산한다.

가덕수도에 대해 산출된 실용 교통용량은 앞의 <표 3-10>과 같이 25.83(척/h)이다. 또한 실측된 교통량을 토대로 한 2010년 추정 L^2 환산 교통량은 165,995 척이며, 시간당 평균 L^2 환산교통량은 18.94(척/h)이다. 여기서 교통 혼잡도는 실용 교통용량에 대한 교통량을 100분율로 정의한다.

실용 교통용량이 항로에서 선속에 비례함으로 가덕수도에서 예상 선속별 교통 혼잡도를 예측하면, <표 3-14>와 같이 예측 할 수 있다. 해당해역에 대해 조사된 OD별 평균속력 및 항로 길이와 폭 그리고 주변여건을 고려하여 14노트, 10노트, 6노트로 구분하여 이에 대한 혼잡도를 예측 평가하였다.

<표 3-14> 부산항 신항 가덕수도의 교통 혼잡도 예측결과

선 속 (kts)	실용교통용량 (척/h)	교통량 추정치 (척/h) (2010년)	교통 혼잡도(%)
14	36.17	18.94	52.40
10	25.83	18.94	73.41
6	15.50	18.94	122.20

가덕수도 통항선박의 평균속력 10노트, 최소항로 폭(700m) 기준, 실용 교통용량 대비 추정 교통량에 대한 혼잡도가 73.41%로 인근 마산(37.20%)·진해(3.30%)항로(한국해양대학교 해사산업 연구소, 2009)등에 비해 교통이 매우 혼잡할 것으로 예측되었다.

특히 개발단계인 신항만의 경우 입출항선박이 3년 평균 대비 51.60%로 점진적인 증가현상이 뚜렷하고 또한 마산·진해방향의 입출항 선박도 소폭 증가 할 것으로 예상됨에 따라 가덕수도의 교통상황은 점차 복잡한 양상을 보일 것으로 판단된다. 다음은 부산항 신항에 대한 입출항 선박현황을 조사 분석하였다.



3.4 부산항 신항 입출항 선박 실적 현황 분석

2006년 1월 부산 신항만 개장이후 연차적 개발계획에 따른 부두 개장으로 입출항 선박이 점진적 증가추세에 있다. 2010. 10월 현재 총 18개 선석이 개발되어 운영되고 있으며, 2015년 30개 선석 운영을 목표로, 동북아 물류 허브항만으로서의 자리매김을 위한 역동적인 흐름을 보이고 있다.

입출항 실적은 당해 항만에 대한 운영성과의 중요한 지표라 할 수 있다. 뿐만 아니라, 년 간 입출항 실적은 장래의 교통흐름의 예측과 선박항행의 위해요소 도출 및 물동량 예측, 항만정책 등의 기초자료로 활용 될 수 있으리라 본다.

본 연구에서는 지난 2006년 부산신항만 개장이후 최근 3년간(2007~2009년)의 입출항 현황을 조사하였으며, 조사대상은 컨테이너선에 제한을 두지 않고 석유정제품 운반선 및 역무에 종사하는 공사작업선 등 입출항한 모든 선박(어선제외)에 대해 조사·분석을 실시하였다. 그러나 입출항신고 되지 않는 소형선박과 부산항과 신항 간을 오가는 선박의 경우 동일 행정구역으로 입출항이 아닌 이동으로 처리되어 실제 입출항선박과의 차이가 있음을 밝혀둔다.

분석 자료는 BPA(부산항만공사)의 항만운영 통계정보 자료를 토대로 하여 선박 톤수별 및 선박 종류별로 분류하여 조사·분석을 실시하였으나, 출항에 대한 실적 통계는 배제되었기에 입항실적에 한하여 현황을 분석하였다.

3.4.1 선박 톤수별 입(출)항 실적현황

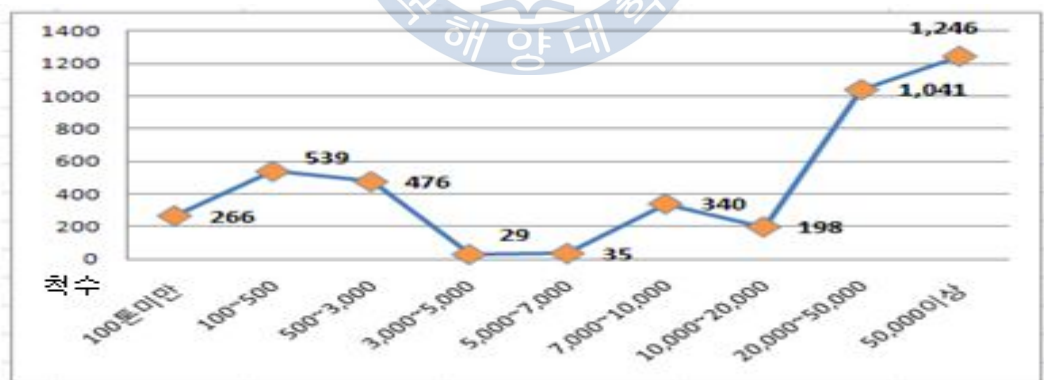
<표 3-15>는 선박 톤수별 입(출)항 실적현황을 분석한 것이다. 분석결과에 따르면, 부산신항만의 특성상 톤수(G/T) 20,000톤 이상 규모의 대형 컨테이너 전용선박이 54.84%로 주류를 이루고 있다. 다음으로 100~3,000톤 이하의 석유정제품 운반선 및 항만개발 등으로 인한 작업선 및 예부선 등 중소형선의 비중이 30.72%를 차지하고 있으며, 3,000~20,000톤 이하의 중대형 컨테이너 및 국내항간을 오가는 피더선이 14.44%의 순으로 나타났다.

<그림 3-33>은 지난 3년간의 선박 톤수별 입(출)항 변화추이를 표시한 것이다.

<표 3-15> 선박 톤수별 입(출)항 실적현황

(단위: 척)

톤수 년도	100톤 미만	100~ 500	500~ 3,000	3,000~ 5,000	5,000~ 7,000	7,000~ 10,000	10,000~ 20,000	20,000~ 50,000	50,000 이상	합 계
2007년	57	115	138	8	1	87	28	173	70	677
2008년	122	207	166	7	-	85	114	477	253	1,431
2009년	87	217	172	14	34	168	56	391	923	2,062
합 계	266	539	476	29	35	340	198	1,041	1,246	4,170
구성비	6.39	12.92	11.41	0.70	0.85	8.15	4.74	24.96	29.88	100%



<그림 3-33> 선박 톤수별 입(출)항 실적현황(2007~2009년)

3.4.2 선박 종류별 입(출)항 실적현황

다음은 선박을 종류별로 나누고 또한 외항선과 내항선으로 나뉘 연간 입(출)항 척수를 조사 분석하여 <표 3-16>과 <그림 3-34>와 같이 나타냈다.

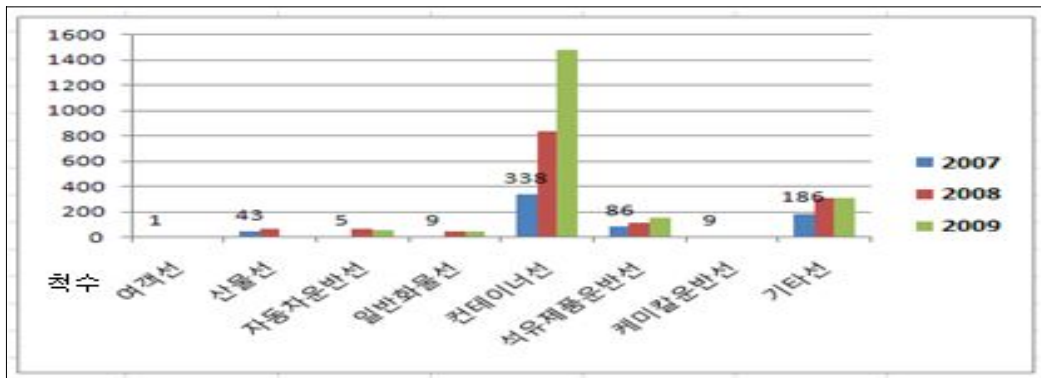
부산 신항만의 경우 자동차 운반선 및 산물선 등의 계류시설인 다목적 부두를 제외하고는 모두 컨테이너 전용부두이기 때문에 컨테이너 선박이 63.70%(2,658척)로 주류를 이루고 있으며, 다음으로는 신항만 개발에 따른 공사작업선, 소형 예부선 등의 기타선 19.20%(802척), 다음으로는 석유정제품 운반선, 자동차 운반선, 일반화물선 순으로 나타났다.

또한 외항선의 경우 2009년 전년대비 938척에서 1,596척으로 70.0%이상 대폭 증가현상이 뚜렷하고, 내항선의 경우 전년대비 493척에서 466척으로 -5.00% 소폭하락을 보이고 있으나, 연안물동량의 증가에 따라 내항선의 경우도 점진적 상승을 보일 것으로 판단된다.

<표 3-16> 선박 종류별 입(출)항 실적현황

(단위 : 척)

구분		여객선	산물선	자동차 운반선	일반 화물선	컨테이 너선	석유정제 품운반선	케미칼 운반선	예부선 기타선	합계	전년 대비 (%)
2007 년	외 항	1	1	5	9	338	1	9	2	366	-
	내 항	-	42	-	-	-	85	-	184	311	-
2008 년	외 항	-	3	66	26	839	-	-	4	938	156.0
	내 항	-	58	-	22	-	110	-	303	493	58.5
2009 년	외 항	1	7	59	43	1,476	-	1	9	1,596	70.0
	내 항	-	-	-	1	5	154	-	300	466	-5.0
합 계		2	111	130	101	2,658	350	10	802	4,170	



<그림 3-34> 선박 종류별 입(출)항 실적현황(2007~2009년)

3.4.3 부산항 북항과 신항간의 입(출)항선 실적대비 현황

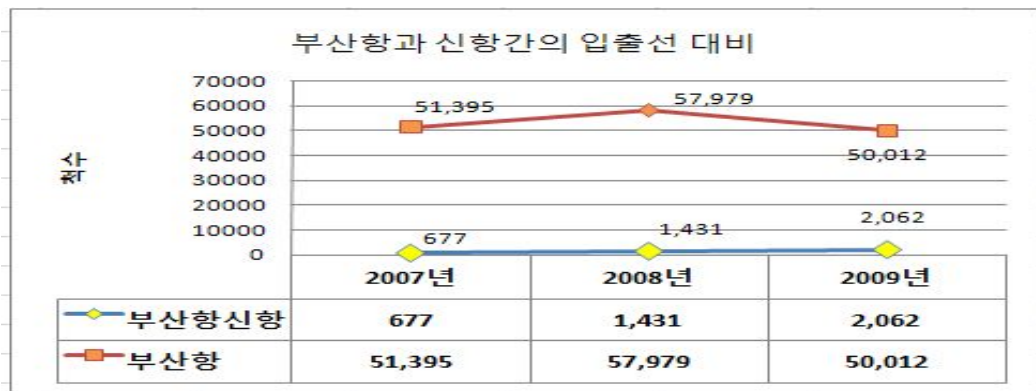
<표 3-17>과 <그림 3-35>는 북항과 신항간의 입(출)항 대비 현황을 나타낸 그림이다. 항만시설 규모 및 물동량 부분에서는 두 항간에 아직 큰 차이를 보이고 있으나, 입출항선 상승률 면에서는 북항의 경우 북항 재개발과 국제금융 위기, 국제물류환경 변화 등의 대외적인 변수와 맞물려 상승세가 둔화되고 있는 반면에, 신항의 경우 부두증설에 따라 점진적인 상승세를 보이고 있으며, 향후 개발이 완료되는 2015년까지는 상승세를 이어 갈 것으로 예상된다.

<표 3-17> 부산항 북항과 신항간 입(출)항선 대비표

(단위 : 척)

구분	2007년	2008년	2009년	증감 ('07년대비)	물동량(TEU) ('09년기준)
부산항 신항	677	1,431	2,062	▲ 204%	2,690,745
부산항 북항	51,395	57,979	50,012	▼ -2.6%	11,980,325

출처 : BPA 홈페이지(www.busanpa.com)



<그림 3-35> 부산항 북항과 신항간 입(출)항선 대비



제 4장 해양사고 및 발생요인 조사·분석

본 장에서는 해양사고에 대한 기본적인 개념과 종류 및 최근 5년간 우리나라 선박에 대한 국내외 해양사고 발생현황 및 사고원인 등에 대한 요인분석과 본 연구대상 해역에 대한 전반적인 조사·분석을 실시하였다.

최근 해상물동량 증가에 따른 선박의 대형화와 고속화, 통항선박의 혼잡 등 해상교통 환경 변화에 따른 해양사고 위험성이 날로 증가하고 있다. 특히 항만 인근 등 교통이 붐비는 연안해역의 경우 해상교통 환경이 열악하여 사고의 개연성이 높은 것으로 나타났으며, 해양사고는 여러 가지 요인들에 의한 상호 유기적인 인과적 결합으로 사고라는 결론으로 연결된다는 속성을 지니고 있다.

그러한 작은 원인들이 시간이 지남에 따라 누적되어 어느 시점에 하나의 결과물인 사고로 나타나 자칫 대형사고로 이어져 귀중한 생명과 막대한 재산상의 손실 및 해양오염을 초래 생태계에 심각한 영향을 미치게 된다.

그리고 사고가 발생하는 원인을 제공하는 요인은 선박 통항량과 항로의 폭, 암초, 조류나 해류의 세기, 안개일수 등 매우 다양하다. 이러한 환경적인 요소도 중요하지만 무엇보다 인위적인 요소가 사고유발에 상당한 영향을 미치고 있는 것으로 파악되었다.

이러한 해양사고 원인이 크게 해상교통 환경여건 결합, 선박항행장비의 기술적 결합 및 고장, 인적과실 등 3가지 요소에 기인하고 있다고 보는 것이 일반적인 시각이며, 또한 선박의 해양사고는 육상의 다른 교통사고와 비교할 때 해상교통로 상에서의 자연환경조건의 영향을 직·간접으로 가장 크게 받고 있는 것이 특징이다.

그리고 우리나라의 해양사고에 관한 통계자료는 해양항만청, 중앙해양안전심판원, 해양경찰, 해군 등 여러 곳에서 집계를 하고 있다. 그러나 이들 통계자료는 통계의 목적과 방법이 각각 다르기 때문에 그 내용에 많은 차이가 있을 수 있다.

또한 해양사고에 대해 국제적으로 표준화된 해양사고 조사 방법이나 자료의 처리 및 보존방법이 없어 해양사고에 대한 원인의 규명이나 발생조건, 환경 등

사고 종류에 따른 수집된 자료의 질적(質的) 문제와 정확한 통계처리가 되지 않고 있으며, 대부분의 해양사고 통계자료는 사고의 일반적인 상황만을 요약하여 나타내 주고 있을 뿐이고, 상세한 내용은 구할 수가 없는 것이 보통이다.

“그러나 중앙해양안전심판원에서 발간되는 해양사고 심판 재결 기록에는 비록 모든 해양사고는 아니나, 매년 발생하는 해양사고의 약 3분의 1 정도는 그 사고 내용을 간략하게나마 잘 기술하고 있어 해양 사고의 내용 및 원인 분석에 유용하게 이용되고 있다.” (박진수, 2001)

따라서 자주 발생하는 해양사고에 효과적으로 대처하고, 사고예방을 위해서 무엇보다도 과거 발생한 사고 등에 대한 현황 파악 및 원인을 철저히 규명할 필요가 있다. 이러한 필요성에 부응하여 최근 5년간 국내외에서 발생한 우리나라 선박에 대한 해양사고를 중앙해양안전심판원의 통계자료를 토대로 각종 해양사고에 대해 각 항목별로 보다 구체적으로 분석하고자 한다.



4.1 해양사고의 기본개념

4.1.1 해양사고의 의의

해양사고라 함은 넓은 의미에서 해상에서 선박과 관련하여 발생하는 모든 사고의 총칭이라고 할 수 있다. “화물과 여객을 실은 선박의 안전한 운항을 저해하는 각종 사고를 의미하며, 이를 보다 구체적으로 표현하면 해상운송을 구성하는 선박, 적화 및 여객의 위난을 의미하는 것이다.” (해양안전심판원)

해양사고에 대하여 비교적 구체적으로 정의하고 있는 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률(법률제5809호) 제2조에 따르면, 선박의 운용과 관련하여 발생한 선박,인명,시설피해 및 오염사고 등이 해당 되며,국제기준(IMO Res. A 884(21))과 동일하다. 국제적으로 표준화된 해양사고에 대한 정의는 다음과 같다.

- 1) 선박의 운용과 관련하여 사람이 사망하거나 중상을 입은 경우
- 2) 선박의 운용과 관련하여 사람이 행방불명된 경우
- 3) 선박의 멸실, 추정 멸실 또는 구조를 포기한 경우
- 4) 선박에 손상이 발생한 경우
- 5) 선박의 좌초, 운항불능 및 충돌
- 6) 선박의 운용과 관련하여 시설에 손상이 발생한 경우
- 7) 선박의 운용과 관련하여 환경피해가 발생한 경우

4.1.2 해양사고의 종류

해양사고의 원인 분석 및 사고 방지 대책·수립을 위해서는 해양사고의 종류별 분류작업이 그 기초가 되기 때문에 가능하면 상세히 구분할 필요가 있다. 이러한 취지에서 해양사고 조사 및 심판에 관한 법률상의 해양사고의 정의를 기초로 하여 그 유형을 분류하는 것이 합당하며, 이와 관련하여 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률 사무 처리요령 훈령 제50호(제13조 사고의 종류)에 따르면, “선박에 손상이 생긴 경우로써 충돌, 접촉, 좌초, 전복, 화재, 폭발, 침몰, 행방불명, 기관손상, 추진기 손상, 키 손상, 속구, 손상, 조난 등 13개 항목으로 분류하며, 또한 선박 외 손상인 시설물 손상과 인명사상, 안전저해,

운항저해, 해양오염 등으로 분류하고 있다. 위의 해양사고의 종류에 따른 구체적인 내용은 <표 4-1>과 같이 요약할 수 있다.”

<표 4-1> 해양사고의 종류별 분류

종 류	구체적 내용
충돌	선박과 부딪치거나 맞붙어 닿은 것. 다만, 수면하의 난파선과 충돌한 것은 제외한다.
접촉	다른 선박이나 해저를 제외하고 외부물체나 외부시설물에 부딪치거나 맞붙어 닿은 것.
좌초	해저 또는 수면하의 난파선에 얹히거나 부딪친 것.
전복	선박이 뒤집혀진 것(충돌, 좌초, 화재, 폭발의 결과 발생한 것은 제외한다)
화재	맨 처음의 사고로서 발생한 것(충돌, 전복, 등에 뒤따라 발생한 것은 제외한다)
폭발	맨 처음의 사고로서 발생한 것(충돌, 화재 등에 뒤따라 발생한 것은 제외한다)
침몰	충돌, 폭발 이외에 황천, 외판 등의 균열이나 파공, 절단 등에 의한 침수의 결과 가라앉은 것.
행방불명	선박의 행방이 3개월간 불분명하거나 기타 보험관계기관 등에서 행방불명으로 처리된 것.
기관손상	주 기관, 보조기관, 보일러 또는 보조기기 등이 손상된 것.
추진기 손상	추진기가 손상된 것.
키 손상	키가 손상된 것.
속구손상	구명장비, 구명정, 양묘장치, 계선장치 및 하역장치 등 선체속구에 이상이 생긴 경우.
조난	표류·침수·황천 등으로 선박운항이 불가능한 상태(침몰, 속구손상 이외의 것)
시설물손상 (선박 외)	선박에는 거의 손상이 없이 선박 이외의 시설에 손상이 생긴 경우
인명사상	선박의 구조, 설비 또는 운용과 관련하여 인명에 손상을 입은 경우
안전저해	항법위반, 등화표시 위반, 무자격자 조선, 항로 내 정박 등으로 인해 절박한 위험이 구체적으로 발생한 경우.
운항저해	연료나 청수부족, 기관 작동상태 불량 등으로 인해 선박통상의 운항을 불가능하게 하거나 곤란하게 하는 상태
해양오염	기름, 유해액체물질, 포장유해물질 및 폐기물 등의 유출로 인한 해양오염피해가 생긴 것.

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)

4.2 해양사고의 발생요인 분석

4.2.1 인적과실에 의한 요인

인적과실에 의한 요인은 선박에 직접 승선하여 운항을 책임지는 운항자가 갖추어야 할 조건으로 선박의 안전운항에 꼭 필요한 최소한의 운항자 조건을 구비하지 못하여 각종 해양사고를 일으키는 원인을 말한다.

예를 들면, 선박의 크기에 따라서 정도의 차이는 있지만 선박을 안전하게 운항하는데 필요한 조종기술과 정비기술이 부족하거나 해상교통안전법령의 항법규정을 제대로 이해하지 못하여 발생하는 사고의 경우이다.

또한 선박 운항자는 직접적으로 선박운항에 종사하여 실무경험이 축적되어 있지 않고 이론적인 지식만으로는 선박을 안전하게 운항할 수 없다. 즉, 선박의 운항기술이란 변화무쌍한 해상의 자연환경 조건에 대하여 그 때의 상황에 따라서 적절히 대응하여 조치해야만 되는 것이기 때문에 기본적인 지식의 바탕 위에 다양한 경험을 필요로 하는 것이다.

해양안전심판원의 각종 해양사고의 통계자료에 의하면 사고의 인적 요인인 선원의 요인이 가장 중심적인 요인이고, 다른 요인들은 부수적으로 작용하고 있는 것으로 분석되고 있다.

<표 4-2>와 같이 최근 5년간(2005~2009)의 해양사고 종류별 원인에 대한 현황을 살펴보면 전체 해양사고 중 82.70%가 경계소홀 및 선위확인, 일반원칙 미준수, 충돌예방규칙, 법령·규제사항 미준수 등에 의한 인적요소인 운항과실에 의하여 발생한 것으로 나타났으며, 일부 화기·기관설비 취급불량 및 결함, 기상 등 불가항력 등에 의해 발생한 것으로 조사되었다. 또한 사고 종류별로 보면 충돌, 좌초, 침몰 등이 약 91%로 주종을 이루고 있다.

<표 4-2> 사고종류별 해양사고 원인현황 (2005~2009)

사고종류별→ 해양사고의 원인↓		충돌	접촉	좌초	화재 폭발	침몰	기관 손상	조난	사상	기타	계	구 성 비%
운 항 과 실	출항준비불량	0	1	0	0	2	0	0	0	6	9	0.6
	수로조사 불충 분	0	3	5	0	0	0	0	0	0	8	0.5
	침로의 선정 유지불량	25	1	4	0	1	0	0	0	0	31	2.0
	선위확인 소홀	3	6	23	0	0	0	0	0	2	34	2.2
	조선부적절	49	11	5	0	6	0	0	1	5	77	5.0
	경제소홀	517	4	4	0	0	0	0	0	4	529	34. 3
	황천대비 대응 불량	6	0	8	1	23	0	3	3	15	59	3.8
	묘박·계류의 부적절	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0.1
	항행법규 위반	262	0	0	0	0	0	0	0	1	263	17. 0
	복무감독 소홀	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.1
	당직근무 태만	21	1	13	2	0	1	0	0	3	41	2.7
	기타	121	11	8	0	18	0	0	6	14	178	11. 5
취 급 불 량 및 결 합	선내작업안전 수칙 미준수	0	0	0	5	2	0	0	29	9	45	2.9
	계 (건)	1004	38	72	8	52	1	3	39	60	1227	82. 70
	기관설비 취급 불량	2	0	2	13	1	50	0	0	0	68	4.4
	화기취급불량 전선노후, 합선	0	0	0	79	1	1	0	1	0	82	5.3
	선체, 기관설비 결합	0	0	3	2	14	1	1	3	2	26	1.7
기 타	계 (건)	2	0	5	94	16	52	1	4	2	176	11. 40
	여객, 화물의 적재불량	0	0	0	1	7	0	1	0	17	26	1.7
	선박운항관리 부적절	3	0	0	1	9	0	0	1	1	15	1.0
	승무원 배승 부적절	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0.2
	항해원조시설 등의 부적절	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.1
	기상 등 불가항력	6	0	0	2	1	0	0	1	0	10	0.7
	기타	17	3	1	4	0	1	1	0	6	33	2.2
	계 (건)	28	4	3	8	17	1	2	2	24	89	5.9
합 계 (건)		1034	42	80	100	85	54	6	45	86	1542	100

4.2.2 자연 환경적 요인

우리 인간은 각종 자연현상을 통하여 일상생활에 필요한 많은 혜택을 받지만 때로는 예상하지 못한 엄청난 재난을 당하기도 한다. 특히 해상에서의 자연현상을 예측할 수 없게 변화시켜서 미리 대처하지 못함으로써 선박의 통항에 많은 영향을 미치고 있다. 이러한 문제는 현대의 첨단 과학기술로도 완전히 극복할 수 없는 자연적 요인으로써 해양사고 발생에 큰 영향을 미치고 있다. 그러나 기상재해는 사전에 예방책을 강구함으로써 피해를 최소화하고 방지할 수 있다.

위와 같은 해양사고에 직접적인 영향을 주는 중요한 자연적 기상요소는 폭풍과 태풍, 바람, 안개 등으로 구분할 수 있으며, 이에 대해서는 제 2장에서 구체적으로 살펴보았기에 본 장에서는 위의 요소에 대해 간략하게 살펴보았다.

1) 폭풍과 태풍의 영향

우리나라 근해에는 태풍 또는 폭풍이 자주 내습하여 때론 예상할 수 없는 대형 해양사고가 자주 발생하고 있다. 각종 통계자료에 의하면 겨울철인 12월~3월 사이에 가장 많이 발생하고 있다. 이는 겨울철에 장기간 계속되는 북서계절풍의 영향 때문으로 분석되며, 지역적으로는 서해남부, 제주도 및 부산부근 해역에서 가장 많이 발생하고 있음을 알 수 있다. 특히 여름철의 경우에는 태풍의 영향으로 남해안 일대에 잦은 해양사고가 발생하고 있다.

다음 <표 4-3>에 나타난 통계자료에 따르면, 기상악화(태풍)로 인한 선박충돌사고가 전체 해양사고의 0.9% 수준이다. 비록 적은 수치이지만 이를 년 간 발생회수에 비례한다면 결코 적은 비중은 아닐 것으로 본다.

2) 안개의 영향

해상에서 태풍과 더불어 가장 어려운 기상상태는 안개로 인한 저시정이다. 특히 선박의 통항이 빈번한 항만 및 좁은 수로 등의 부근해역에서 안개로 인한 선박충돌사고가 많이 발생하고 있다.

우리나라 연안 해역에서 안개에 의한 시정제한으로 발생하는 해양사고는 주로 4월~7월 사이에 가장 많이 발생하고 있으며, 특히 6월과 7월은 안개 계속시

간이 길고 안개 발생일수도 많아 안전운항에 각별히 주의해야 한다. 또한 지역적으로 안개 발생빈도가 가장 높은 곳은 서해로 인천, 목포부근 해역이며, 남·동해역인 부산, 울산해상에서도 많이 발생하고 있다.

<표 4-3>에 나타난 바와 같이 지난 5년간의 충돌사고 462건 중 안개로 시정이 불량한 상태에서 발생 한 것이 103건으로 22.30%에 이르고 있다. 물론 첨단 항해보조 장비인 RADAR, AIS 등이 선박충돌 사고를 현저하게 감소시키고 있으나 연안을 항해하는 소형선박, 특히 어선에는 레이더를 정상적으로 작동시키고 그 기능을 충분히 이해하여 활용할 수 있는 항해사가 매우 부족한 실정이다.

<표 4-3> 충돌시 시정상태(재결분)

(단위: 건)

시정→ 연도↓	무중	맑은 날씨	기상악화 (태풍)	기타(미상)	계
2005	33	65	2	1	101
2006	18	77	2	-	97
2007	28	51	-	11	90
2008	17	45	-	25	87
2009	7	80	-	-	87
합 계	103	318	4	37	462
구성비(%)	22.30	68.80	0.90	8.00	100

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)

4.2.3 선박의 요인

해양사고의 원인들 중에 선박의 요인은 그 선박의 감항성(堪航性)¹¹⁾에 따라서 결정될 수 있다. 선박의 감항성 유지 및 안전운항에 필요한 사항을 규정하

11) 감항성이라 함은 선박이 자체의 안정성을 확보하기 위하여 갖추어야 하는 능력으로써 일정한 기상이나 항해조건에서 안전하게 항해할 수 있는 성능을 말한다. 즉, 배가 안전하게 항해하는 데 필요한 승무원 및 시설을 잘 갖추어 목적지까지 안전하게 갈 수 있도록 정비하고 있는 상태를 말한다.(선박안전법 제2조 정의)

고 있는 선박 안전법에서 정한 최저기준으로 선박은 끊임없이 해상에서 파랑과 폭풍우로부터의 외력에 의한 직접적인 충격을 받고, 입출항시에는 부두 및 예인선과의 접촉 등에 의하여 감항성이 점차적으로 저하되고 있다.(海上交通工學, 박진수, 해사도서출판부, P. 129, 2006)

뿐만 아니라, 우리나라와 같이 선령이 오래된 선박을 외국에서 도입하여 운항하는 경우에 선체 외관의 부식, 기관 및 항해설비의 마모 또는 고장 등으로 인해, 특히 연·근해에 취항하는 소형선과 부정기선들은 선체의 노후정도가 심하여 감항성이 떨어지는 경향이 매우 높고, 예부선의 경우 대다수 선사가 영세하여 체계적인 안전관리역량이 미흡하고 또한 저임금에 따른 선원 고령화로 활동력 저하 및 안전운항 대응능력이 미흡, 사고의 위험성이 가중되고 있는 실정이다.

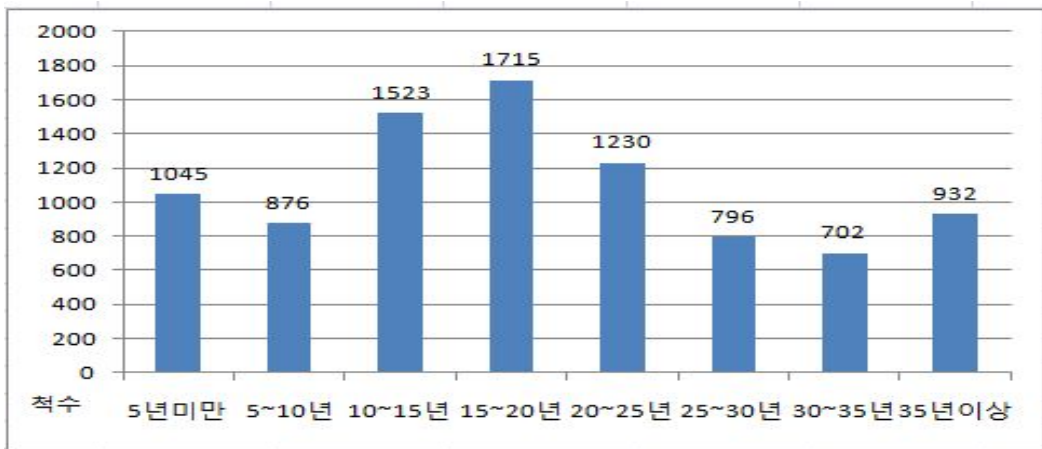
그리고 경제적 관점에서의 인건비와 후생복지비 등을 절약하기 위하여 비교적 선원으로서의 자질이 낮은 동남아시아(베트남, 미얀마, 인도네시아, 필리핀 등) 선원들을 승선시키고 있다. 즉, 노후선과 기준미달 선원의 고용이 해양사고의 간접적인 중요한 원인으로 작용하고 있다.

다음 <표 4-4>는 20년 이상의 노후 선박에 대한 선종별 선령분포를 일반선박과 어선으로 분류하여 나타낸 표이다, 일반선박(여객선: 203척, 화물선: 818척, 유조선: 729척, 예선: 1,243, 부선: 1,998척, 기타선: 3,828척)의 경우 등록 척수 8,819척 가운데 3,660척(41.50%)이고, 어선(FRP: 63,107척, 목선: 12,647척, 강선: 1,916척, 기타: 43척)의 경우는 등록 척수 77,713척 가운데 선령이 20년 이상 된 노후선박이 9,621척(12.31%)을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 선박의 감항성을 저하시키고, 선원의 자질 저하와 더불어 해양사고를 급증시키는 중요한 원인으로 작용하고 있다.

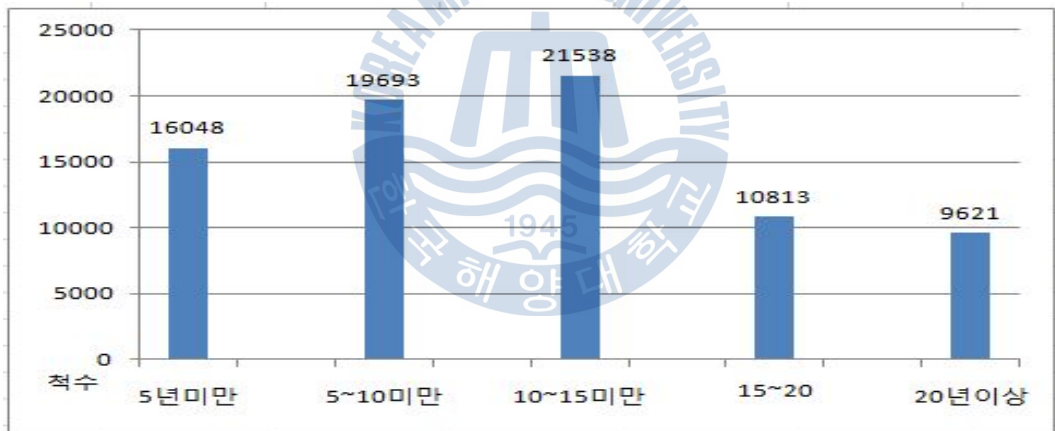
<표 4-4> 선종별 선령분포(선령 20년 이상의 노후선박)

구분 \ 선종	일반선박	어 선	합 계	기 타
등록 선박척수	8,819	77,713	86,532	* 일반선박 2010년 7월 기준
노후 선박척수	3,660	9,621	13,281	(국토해양부) * 어선
비율(%)	41.50%	12.31%	15.30%	2009년 12월 기준 (농림수산식품부)

다음은 일반선박과 어선에 대한 선령별 등록선박 현황을 파악하여 <그림 4-1>과 <그림 4-2>와 같이 도식화 하였다.



<그림 4-1> 선령별 등록선박 현황(일반선박)



<그림 4-2> 선령별 등록선박 현황(어선)

4.2.4 교통 환경적 요인

최근 5년간의 해역별 충돌사고 현황 통계자료 <표 4-5>에 의하면 항내에서의 충돌사고가 99건(21.40%), 평수구역을 포함한 영해 내에서 266건(57.60%)으로 전체 462건 중 365건(79%)이 우리나라 영해 내 구역에서 발생한 것으로 분석되었다. 이것은 항계 내의 수역과 연안 해역에서의 선박의 밀집, 가항수로의 제한, 조석의 급변, 안개로 인한 지리적 조건의 불량 그리고 항로설정과 항로표

지의 미비 등으로 인한 교통 환경의 조건이 부적당하거나 문제가 있음을 의미한다. 이러한 요인들에 대해서는 관련당국이 보다 적극적으로 개선하고 관리해야 할 부분이다.

우리나라 해상에서의 교통안전을 위하여 영해안의 해역에서는 해상교통안전법이 시행되고 있으며, 개항에서는 개항 질서법이 적용되고 있다. 그리고 각 항만의 지리적 특성과 해상교통의 특성에 따라서 항만 항행규정을 따로 고시하여 운용하고 있다. 또한 통항이 빈번한 각 항만의 부근 해역에 통항분리 항로가 설정되어 있고, 항만 내에서의 교통을 관제하기 위하여 해상교통관제센터를 운영(14개의 항만과 1개의 연안 통항로)하고 있다.

한편 오늘 날 항만, 협수로, 해협, 연안항로 등 선박의 통항이 밀집하는 대부분의 수역에서의 해상교통관리는 VTS(Vessel Traffic Service: 이하 VTS라 칭함)¹²⁾에 의해 이루어지고 있으며, 더불어 선박의 대형화와 고속화, 위험화물에 대한 해상운송이 늘어나면서 해상교통관리의 중요성과 함께 VTS의 그 역할과 기능도 강조되고 있다.

<표 4-5> 해역별 충돌사고현황(재결분)

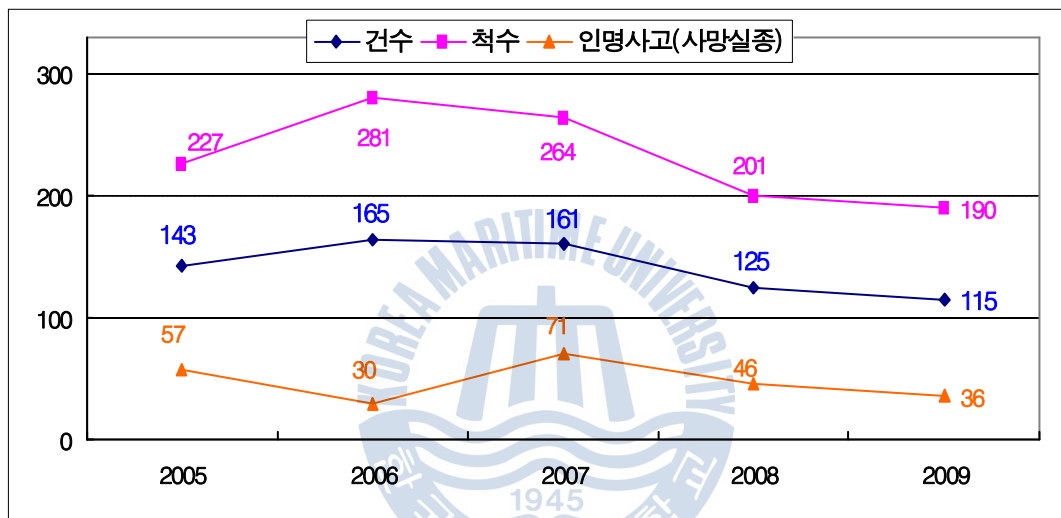
(단위: 건)

해역→ 연도↓	항내	영해내 (평수구역합)	원양구역 (근해합)	기타 (외국항)	계
2005	23	67	11	-	101
2006	19	61	17	-	97
2007	14	54	22	-	90
2008	19	43	21	4	87
2009	24	41	22	-	87
계	99	266	93	4	462
구성비%	21.40	57.60	20.10	0.90	100%

12) IMO Resolution A857(20) 에서는 VTS를 “선박통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위해 주무관청이 실행하는 서비스” 라고 정의하고 있다.

4.3 해양사고 발생추이 분석

<그림 4-3>은 최근 5년간 우리나라 항만 및 연안 해역에서 발생한 해양사고 추이를 나타낸 것이다. 중앙해양안전심판원의 관련 자료를 토대로 전반적인 추이를 볼 때 2006년부터 해양사고는 지속적으로 감소 추세를 보이고 있으며, 2009년 해양사고 건수는 전년대비 8.0%(125→115건) 감소, 2009년 사망·실종도 전년대비 21.74%(46→36명) 감소한 것으로 조사되었다.



<그림 4-3> 최근 5년간 해양사고 추이

다음 <표 4-6>은 선박 용도별 해양사고 발생 현황을 나타낸 표이다. 2009년 선박 용도별 사고의 경우 여객선, 유조선, 예부선 등 대부분의 선종은 감소한 것으로 나타났으나, 화물선 사고의 경우 전년대비 31.70%(63→83척) 증가하였으며, 특히 어선의 경우는 전년대비 66.60%(435→725척)로 크게 증가하였다. 사고발생비율 또한 71.30%로 가장 많은 비중을 차지한 것으로 파악되었다.

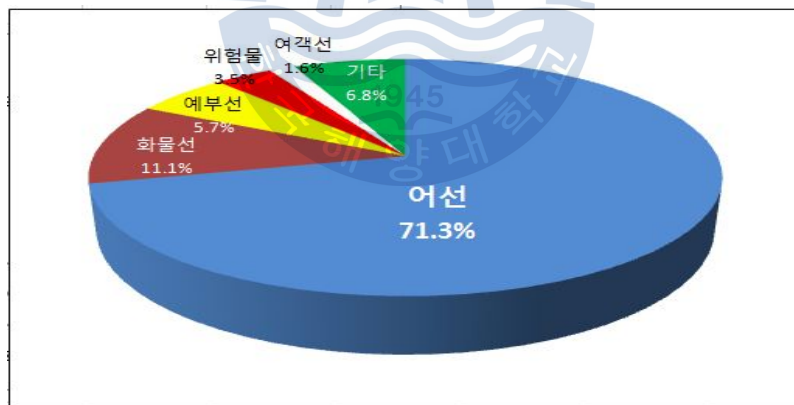
<그림 4-4>는 선박 용도별 해양사고 발생 비율을 나타낸 그림이다.

<표 4-6> 선박 용도별 해양사고 발생 현황

(단위: 척)

용도→ 연도↓	여객선	화물선	어선	유조선	예부선	기타	계
2005	8	99	657	24	37	59	884
2006	17	110	584	43	53	58	865
2007	13	96	495	31	55	69	759
2008	19	63	435	25	52	42	636
2009	7	83	725	18	35	47	915
계	64	451	2,896	141	232	275	4,059
구성비(%)	1.6	11.1	71.3	3.5	5.7	6.8	100%

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)



<그림 4-4> 선박 용도별 해양사고 발생비율

4.4 어선의 해양사고 현황 분석

선박용도별 해양사고 통계자료에서 살펴본 바와 같이 최근 5년간 우리나라 선박의 해양사고 중 어선의 비율이 전체 사고의 71.30%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

물론 이것은 전체 어선 선박척수에 대비하면 비교적 낮은 비율이지만, 해양사고 중 충돌사고에 있어서 어선과 직간접으로 관련되어 일어나는 사고는 전체 충돌사고의 상당부분을 차지하고 있다. 이와 같이 어선의 사고비율이 높고 또한 전년대비 증가추세에 있어 어선에 대해 보다 구체적 현황에 대해서 살펴볼 필요가 있다.

이렇듯 어선으로 인한 충돌사고가 많은 것은 어선에 승선하고 있는 해기사들의 자질이 비교적 낮거나, 해상교통법에서 규정하고 있는 항법규정을 제대로 지키지 않고 있는 것도 하나의 요인이라 할 수 있다. 상선에 근무하는 대부분의 항해사들이 경험한 바에 의하면, 우리나라 연·근해에서 항행 중 어선과의 항법관계가 성립하면 대부분의 어선들은 해상교통법에서 규정하고 있는 항법규정을 제대로 지키지 않기 때문에 항상 어선의 움직임에 불안 해 하고 있는 것으로 파악되었다.

이러한 어선에 의한 해양사고에 대해 충돌 원인별, 종류별, 해역별로 나누어 분석하여 보면 다음과 같다.

4.4.1 충돌 원인별 현황 분석

<표 4-7>에서 알 수 있는 바와 같이 어선의 충돌 해양사고 발생 원인을 보면 선박 운항과실이 전체 사고 원인의 94%를 차지할 정도로 인적요인이 중요한 요소로 작용하고 있다.

이러한 어선에 대한 사고를 방지하고 최소화시키기 위해서는 각종 어업산업의 사업자를 포함한 관계자들과 어선에 실제 근무하는 해기사들에 대하여 해난방지에 관한 항법지식, 기술의 습득, 안전의식 향상 등에 대하여 지속적인 교육이 필요하다.

또한 이를 위해서 어선 해기사에 대한 방선지도, 현장지도 및 각종 해양사고 방지를 위한 실무안전교육 등 중·장기적 관점에서의 현실적인 대응방안이 필요하다.

<표 4-7> 충돌사고 원인별 발생현황(재결분)

(단위: 건)

원인→ 연도↓	운 항 과 실			기관 취급 불량	기상, 불가 항력	기타	계
	충돌예방규칙, 법령규제사항 등 미 준수	경계, 선위확인, 항해일반원칙 등 미 준수	기 타				
2005	31	67	1	-	2	-	101
2006	24	67	2	-	1	3	97
2007	15	69	4	1	-	1	90
2008	16	62	6	-	3	-	87
2009	22	61	1	-	2	1	87
계	108	326	14	1	8	5	462
구성비 %	23.4	70.6	3.0	0.2	1.7	1.1	100

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)

4.4.2 발생 종류별 현황 분석

통계자료 <표 4-8>에서 알 수 있는 바와 같이 어선 해양사고의 발생 종류별 현황을 살펴보면 기관손상이 전체의 38.10%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 그 다음으로 충돌 18.10%, 안전·운항저해 12.70% 등의 순으로 나타났다.

특히 기관손상이 높은 것은 일반 상선과 같이 항해와 기관업무가 구별되어 있지 못한 어선들이 많고, 또한 기관에 대한 전문 기술을 가진 해기사가 제대로 승선하고 있지 못하기 때문에 중요한 기기의 정비, 점검, 취급불량 등의 원인으로 일어나는 사고로 판단된다.

<표 4-8> 발생종류별 현황 분석

(단위 : 건)

종류→ 연도↓	충돌	접촉	좌초	전복	화재 폭발	침몰	기관 손상	조난	인명 사상	안전 운항저 해	기타	계
2005	101	3	35	17	62	32	155	15	26	37	32	515
2006	88	2	45	14	32	17	187	7	18	59	23	492
2007	66	3	16	16	29	9	178	7	6	54	21	405
2008	72	1	20	3	16	10	137	7	11	58	20	355
2009	102	2	27	16	32	16	248	14	14	93	44	608
계	429	11	143	66	171	84	905	50	75	301	140	2,375
구성비 %	18.1	0.5	6.0	2.8	7.2	3.5	38.1	2.1	3.1	12.7	5.9	100

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)

4.4.3 해역별 현황 분석

국내외의 전체해역을 기준으로 발생한 어선 해양사고의 경우 영해 내가 60.80%로 절반이상의 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 영해 밖 33.40%, 항계 내 및 항만 진입수로 부근해역 5.80%의 순으로 나타났다.

그리고 <표 4-9>에 따르면, 항계 내 및 항만 진입수로 등의 부근해역에서 발생한 사고(5.80%) 중 삼천포, 통영항 및 통영해만, 견내량 수로에서 발생한 사고가 1.0%로 가장 많고, 근소한 차이이긴 하나 부산항(0.90%), 부산거제수역, 울산, 포항항(0.70%)등의 순으로 나타났다. 또한 영해 내의 경우 특히 서해와 남해 해역에서 사고 발생률이 높은 것으로 나타났으며, 이는 지리적 여건에 따른 현상으로 많은 섬으로 구성되어 있고, 난류와 한류가 합해지는 해역으로 각종 해초류가 번성하고 어자원이 풍부하여 어업이 성행하고 있기 때문으로 판단된다. 그러나 국외의 경우 이와는 대조적으로 서해, 남해 보다는 동해에서 비교적 많은 사고가 발생한 것으로 파악되었다.

<표 4-9> 어선 해양사고 해역별 발생현황

(단위 : 건)

연도→ 해역↓			2005	2006	2007	2008	2009	계	구성비 (%)
국 내	개항 · 지정 항및 진입 수로	인천항 및 진입수로	2	-	5	3	2	12	0.5
		장항, 군산항및진입수로	7	-	3	3	-	13	0.5
		목포항및진입수로	-	1	2	2	3	8	0.3
		여수항, 광양항 진입수로	1	-	1	-	2	4	0.2
		삼천포, 통영, 견내량수로	7	5	1	3	8	24	1.0
		마산항, 진해항, 진해만(가덕수도)	3	4	-	1	1	9	0.4
		부산항	6	3	2	3	4	18	0.9
		부산 거제수역 (옥포, 장승포항)	3	5	-	3	5	16	0.7
		울산, 포항항	8	2	2	2	2	16	0.7
		동해, 속초, 삼척항	-	4	2	2	2	10	0.4
		제주, 서귀포항	-	-	2	2	1	5	0.2
	영해	동해	78	55	37	44	59	273	11.5
		서해	141	123	114	83	144	605	25.5
		남해	134	132	116	87	100	569	23.9
	계		390	334	287	238	333	1,582	66.6
국 외	동해		95	109	63	77	129	473	19.9
	서해		1	14	19	4	25	63	2.7
	남해		24	15	13	15	66	133	5.6
	일본수역		2	15	13	15	66	133	5.6
	동남아		-	-	20	19	51	90	3.8
	원양		3	20	3	1	1	28	1.2
	계		125	158	118	117	275	793	33.4
	총계		515	492	405	355	608	2,375	100

주 : 1. 영해는 개항, 지정항 및 진입로를 제외한 영해내

2. 국외해역중동·서·남해는 한국영해, 일본영해, 중국영해를 제외한·동·서·남해
남해 공해상

3. 일본수역은 일본 영해 내임.

4.5 부산항 신항 가덕수도 해양사고 분석

부산항 신항 개장이후 최근(2006~2010.6월) 5년간 항내 및 가덕수도 부근 해역에서 발생한 각종 해양사고에 대해 선박의 운용과 관련하여 발생한 인명, 선박 시설피해 및 오염사고 등의 발생원인 및 현황에 대해서 조사·분석하였다.

그러나 사고건수 등이 적어 통계를 내어 조사 분석하기에는 다소 미흡한 부분이 없지 않으며, 당해 해역에서 실제 발생한 사고와 해양안전심판원의 통계자료와의 괴리감이 발생하고, 해역별 구분에서도 부산항 신항 및 가덕수도 부근해상에 국한되어 발생한 사고에 대한 집계와 공식적인 통계절차에 의한 사고건수와 다를 수 있음을 밝혀둔다.

본 연구에서는 해양안전심판원의 재결 기록과 보다 정확한 집계와 조사 분석을 위해 당해 해역에 대한 선박통항관리를 맡고 있는 부산항 신항 VTS 센터의 해양사고에 대한 통계자료를 토대로 주요 해양사고 사례분석과 사고유형별, 선종별, 발생시간별, 원인별, 해역별로 구분하여 그 특성을 분석하였다.

4.5.1 해양사고 사례분석

항내 및 가덕수도 인근 해역에서 발생한 사고를 대상으로 서론부분에서 소개한 주요사고에 대한 실제사례를 분석하였다.

1) 예·부선 간의 충돌사고(가덕수도 해역)

2009년 12월 23일 22:20분경 가덕수도 항로상에서 조선 기자재를 적재하고 고현 항을 출항 부산항으로 항해 중이던 예부선(a호)과 신항을 출항하여 부산항으로 향하던 예인중인 급유선(c호)이 충돌한 사고이다. 블록을 적재한 예부선 a호(3.4노트)가 가덕수도 “B”부이를 통과 중일 때 뒤 따라오던 급유선 c호(4.2노트)가 a호의 좌현을 추월하는 도중 풍압과 횡조류(창조류 시)에 c호 부선의 선체가 밀려 추월당한 예인선 a호의 좌현 선수부분과 충돌하여 a호 선체가 일부 손상되었다.

이 충돌 사고는 선박상호간 안전운항을 도모하기 위한 추월의사 등의 사전동의·협의 교신이 있었음에도 불구하고, a선이 적극적인 협력동작을 취하지 않았다는 점과 c선이 바람과 조류 등의 영향을 감안하지 못한 안전거리 미확보 및 무리한 추월에 따른 사고이다.

2) 여객선과 통선 간의 충돌사고(항내, 중앙해심 재결 제 2010-6호)

이 충돌사고는 부산항 신항의 항계 안에서 통선인 e호가 경계를 소홀히 하여 출항 중이던 여객선 d호의 진로를 방해하여 발생 한 것이나, d호가 조기에 적절한 피항 협력 동작을 취하지 아니한 것도 일인이 되어 발생한 사고로 판결된 사고이다.

— 88 —

3) 압항 예·부선의 침몰사고 건(신항 항계 밖 외해)

2010년 1월 27일 골재 채취선 압항 예부선 f호가 EEZ(배타적 경제수역)¹³⁾에서 모래를 채취하여 부산 신항으로 입항 중 20:19분경 거제도 앞 해상에서 침몰한 사고이다.

이 사고로 선체는 침몰, 승선원 전원(10명)이 사망하였으며, 본선에 적재되어 있던 벙커 A 40톤, 경유 10톤 중 일부가 해상에 유출되었다. 사고해역은 남해동부 먼 바다에 해당하는 수역으로 사고당시 해역은 SW~W, 12~16m/s, 파고 2~4m이었으며, 0.5마일 저시정 상태의 흐린 날씨로 확인되었으며(현장출동 해경보고), 사고 이후 21:00분(01-135호) 경남통영시와 거제시, 부산광역시에 강풍주의보가 발효되었고, 22:30분을 기하여 남해동부 전해상에 풍랑주의보(특보 01-136호)가 발표된 것으로 조사되었다.

이 침몰사고는 귀중한 생명과 막대한 재산상의 손실 및 해양오염을 일으킨 사고로써 최근 발생한 사고 중 가장 피해가 컸던 사고이며, 사고원인은 강풍에 의한 외력의 영향으로 갑자기 선체가 기울면서 침몰한 사고로 유추하고 있다. 무엇보다 기상상황을 감안한 운항계획 및 기상악화에 따른 사전 피항 대책 등의 특별한 주의가 요구된다.

4.5.2 사고유형별 해양사고

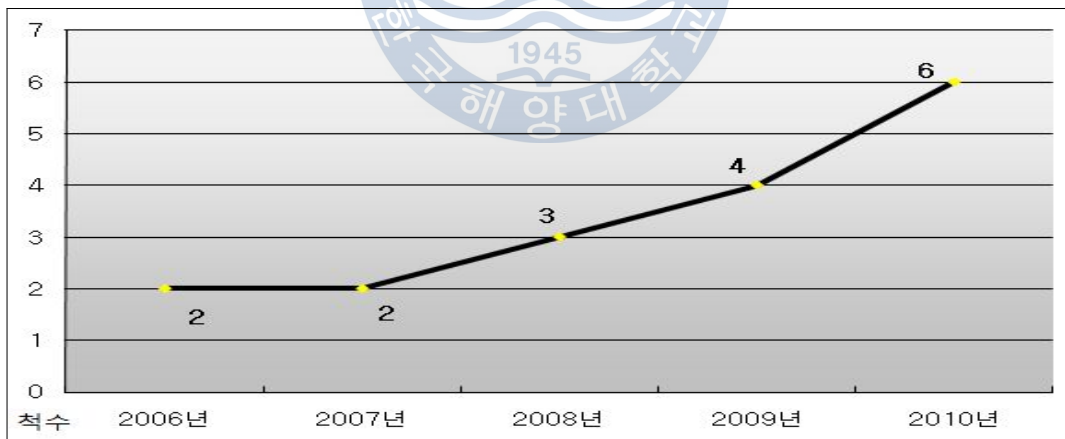
당해 해역에 대해 사고 유형별로 분석해 본 결과에 따르면, <표 4-10>과 같이 총 발생건수는 17건(31척)으로 유형별로는 ▲충돌 14건(82.30%) ▲전복·침몰 01건(5.90%) ▲기관고장 01건(5.90%) ▲오염사고 01건(5.90%) 등의 순으로 나타났으며, 이로 인한 12명의 인명사고(사망 또는 실종)와 선박 침몰 등 막대한 재산상의 손실을 초래한 것으로 나타났다.

그리고 사고 발생건수는 년 평균 3.4건 정도로 비교적 낮은 수준이지만, 신항만 개발에 따른 입출항선박 증가 및 마산·진해·고현 방향의 통과 선박이 날로 증가 추세에 있어 향후 해양사고의 가능성이 높을 것으로 예상되며, <그림 4-6>과 같이 연도별 변화 추이로 볼 때 사고건수도 소폭 증가 점진적인 상승을 보이고 있는 것으로 나타났다.

13) 배타적 경제수역 [排他的經濟水域, exclusive economic zone] : 자국연안으로부터 200해리까지의 수역에 대해 천연자원의 탐사·개발 및 보존, 해양환경의 보존과 과학적 조사활동 등 모든 주권적 권리를 인정하는 유엔 해양법상의 개념이다.

<표 4-10> 사고유형별 해양사고 분석

구 분	계	충 돌	좌초	화재 폭발	기관 고장	전복 침몰	오염 사고	피해 사항
2006년	2건	2	-	-	-	-	-	선체손상
2007년	2건	2	-	-	-	-	-	선체손상 인명사상 1명
2008년	3건	3	-	-	-	-	-	전복1척
2009년	4건	3	-	-	-	-	1	인명사상 1명 전복1척
2010년	6건	4	-	-	1	1	-	인명사상 10명 오염2건
합계	17건	14	-	-	1	1	1	



<그림 4-6> 연도별 해양사고 변화 추이

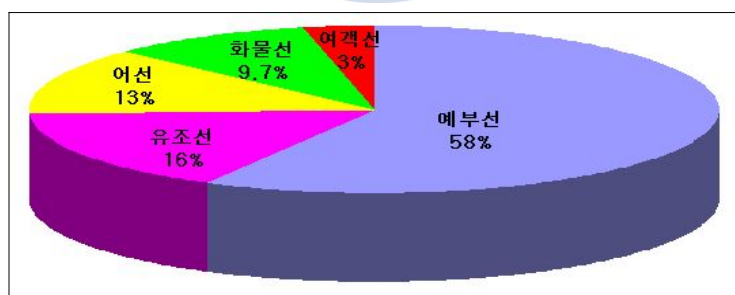
4.5.3 선종별 해양사고

<표 4-11>과 <그림 4-7>은 선종별 해양사고와 비율을 나타낸 것이다. 부산 신항만 인근해상에서의 전체 해양사고의 99%이상이 감항능력이 떨어진 300톤 이하의 소형선으로써 특히 조종 성능이 떨어진 예·부선의 충돌사고가 가장 많이 발생한 것으로 파악되었으며, 또한 유조선(급유선) 및 어선의 사고가 잦은 것으로 나타났다.

총 사고척수는 31척으로 선종별로는 ▲예·부선 18척(58.06%) ▲유조선 05척(16.12%) ▲어선 04척(12.90%), 화물선03척(9.70%), 여객선 01척(3.22%)등의 순으로 파악되었다. 이렇듯 사고빈도가 높고 또한 사고 발생 시 인명과 환경피해가 큰 예부선 및 유조선, 어선 등에 대한 안전대책이 강구되어야 할 것이다.

<표 4-11> 선종별 해양사고

구 분	계	여객선	화물선	유조선	예·부선	어선
2006년	4척	-	1	-	3	-
2007년	4척	-	1	1	2	-
2008년	5척	-	-	-	5	-
2009년	8척	-	1	1	4	1
2010년	10척	1	-	3	4	3
합계	31척	1	3	5	18	4



<그림 4-7> 선종별 해양사고 발생

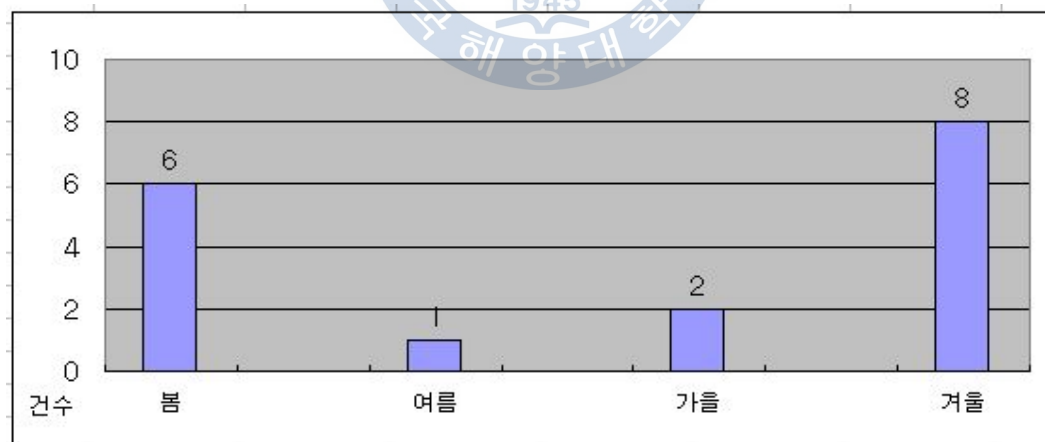
4.5.4 발생 시간대별 해양사고

<표 4-12>는 부산 신항만 부근해상에서 발생한 해양사고를 4시간 단위의 시간대별로 구분하여 나타낸 것이다. 조사 결과에 따르면, 해양사고 총 17건 중 심야시간대에 사고 발생율이 무려 60%이상을 차지, 야간으로 인한 시계 불안정 및 피로누적, 졸음운항 등 운항과실에 따른 사고가 많은 것으로 파악되었다.

또한 계절별 해양사고 분석에 따르면 <그림 4-8>과 같이 여름 1건, 가을 2건, 봄 6건, 겨울 8건으로 주로 봄과 겨울철에 발생빈도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 짙은 안개가 자주 끼는 봄철 및 풍랑이 자주 부는 겨울철로 해양기상이 선박의 항행에 미치는 영향이 큰 것으로 분석되었다.

<표 4-12> 발생 시간대별 해양사고

시간대별		00:00~ 04:00	04:00~ 08:00	08:00~ 12:00	12:00~ 16:00	16:00~ 20:00	20:00~ 24:00
건수	계: 17건	5건	5건	-	1건	1건	5건



<그림 4-8> 계절별 해양사고 빈도

4.5.5 발생 원인별 해양사고

사고원인을 분석해 보면, 해상교통 환경 결함, 선체·항해장비 결함 및 정비 불량에 의한 기관고장, 선위확인 및 경계소홀, 황천대비 대응불량 등 여러 가지 원인으로 발생하게 되는데, 이중 경계소홀 및 항행법규위반, 항해부주의 등의 운항과실에 따른 사고가 주요원인으로 분석되었으며, <표 4-13>에 나타난 바와 같이 기상악화 및 기관고장 등도 하나의 원인으로 파악되었다.

특히 겨울철의 경우 찬 대륙성 고기압의 영향으로 기압차에 의한 해상에 높은 파도나 강한 바람이 부는 일이 잦아 강풍으로 인한 조종성능 저하 및 경계소홀, 조선부적절, 항법위반 등으로 항만부근 항로상에서 통항선박과의 충돌 사고가 많은 것으로 나타났다. 특히 예부선 종사자는 기상상황을 감안한 운항 계획 및 기상악화에 따른 사전 피항 대책 등의 특별한 주의가 요구된다.

<표 4-13> 원인별 해양사고 분석

구 분	계	운항과실	기관고장	기상악화	취급불량 및 결함	해양환경 요인	오염사고
2006년	2건	2	-	-	-	-	-
2007년	2건	2	-	-	-	-	-
2008년	3건	3	-	-	-	-	-
2009년	4건	3	-	-	-	-	1
2010년	6건	4	1	1	-	-	-
합계	17건	14	1	1	0	0	1

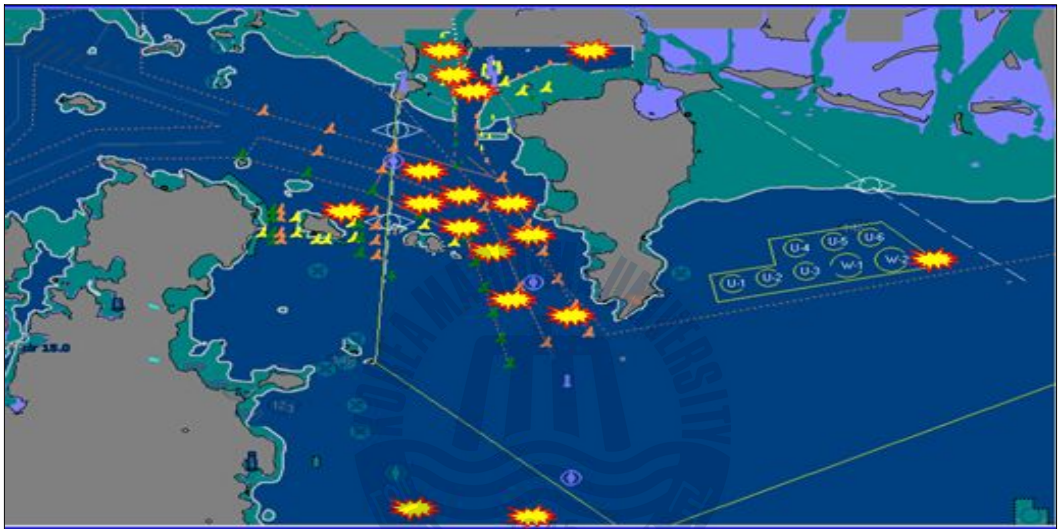
4.5.6 해역별 해양사고

<그림 4-9>와 <그림 4-10>은 부산항 신항 및 가덕수도 부근해상에서 발생한 해양사고의 실제 위치와 위치별 비율을 도식화하였다. 총 17건 중 선박통항이 빈번한 가덕수도 9건(52.95%), 신항 항로 1건(5.88%), 신항 항내 4건(23.52%), 인근해상 3건(17.65%)으로 대부분 가덕수도 항로상 및 항내에 집중(82.35%)되어 있는 것으로 조사되었다.

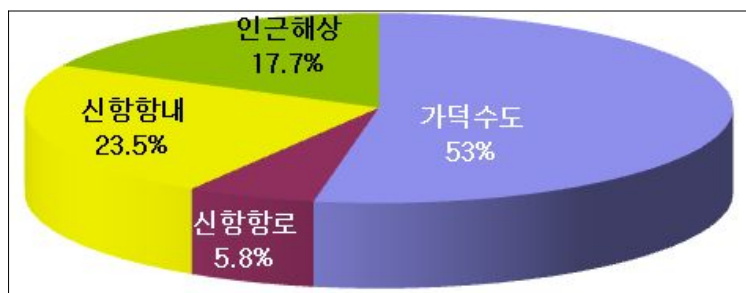
이처럼 신항만 가덕수도 항로상에서의 사고발생 빈도가 높은 것은 크게 두 가지 원인으로 분석되었다.

첫째, 풍랑 및 저시정, 조류 등의 해양기상에 크게 영향을 받는 조종성능이 떨어진 연안항로를 주로 운항하는 예부선과 공사작업선의 통항량이 많고 또한 어선의 무질서한 운항도 하나의 요인으로 작용하고 있으며,

둘째, 지형적 요소로써 가덕수도 주의해역 “C”부이 만곡부에서의 분기·교차하는 선박이 많아 선박 충돌가능성이 상존하고 있기 때문인 것으로 분석되었다. 이에 대한 선박집중 현상에 따른 분산대책과 환경개선이 선행되어야 할 것으로 사료된다.



<그림 4-9> 해양사고 발생위치도



<그림 4-10> 해양사고 발생위치별 비율

제 5장 분석 결과 및 선박통항 안전성 향상방안

5.1 해상교통 환경 조사·분석 결과

부산항 신항 가덕수도를 중심으로 선박통항에 영향을 미칠 수 있는 자연환경 및 선박의 교통흐름, 혼잡도 등에 대한 주요요소와 최근 5년간 우리나라 선박에 대한 국내외 해양사고 발생현황 및 사고원인 등에 대한 요인분석과 본 연구 대상 해역에서 발생한 사고에 대해 전반적인 조사·분석을 실시하였다.

본 장에서는 조사 분석결과에 따라 도출된 선박통항 위해요소를 나열하고 이에 따른 환경개선 및 관리 등이 필요한 해양사고의 잠재적 가능성이 높은 위험지역(Critical Point)을 세분하여 도식화하였다.

5.1.1 선박통항 위해요소

위와 같은 조사 분석을 통해 파악된 위해요소를 세분하여 요약하면 다음과 같다.

1) 자연 환경적 요소로써 부산 신항 가덕수도 부근해상에 대한 기상 및 해상, 지형적 특성을 조사한 결과 주 풍향은 북동~북북동풍 계열이며, 평균풍속은 3.34m/s, 평균풍속의 월 변화는 겨울에 가장 강하고 여름에는 태풍의 영향으로 제법 강한 경향을 보였다. 그리고 소형선박의 항해가 어려운 최대풍속은 8m/s 이상의 강풍이 부는 경우로, 이러한 강풍(强風)은 한 달 중 보통 20일 이상 나타난 것으로 파악 되어 소형선박의 항행에 있어 바람의 영향이 큰 것으로 나타났다.

2) 또한 태풍은 강한 폭풍우를 동반하여 해양사고 등 재산과 인명에 많은 피해를 주는데, 이러한 태풍은 우리나라에 주로 7월부터 9월사이 주로 한 여름철에 걸쳐 내습하며, 7월에서 10월까지 발생하는 태풍이 전체 발생 건의 68.0%를 차지하고 있는 것으로 파악되었으며, 한 해 발생 평균 26.5건 중 2~3건의 태풍의 직간접 영향을 받는 것으로 분석되었다. 특히 태풍 내습시 진해고현만 일대의 피항 선박으로 인한 부산 신항 가덕수도 통항선박의 급증에 따른 통항안전성이 문제가 되고 있다.

3) 그리고 짙은 안개로 인한 저시정은 선박의 선적과 하역작업 및 항행에 막대한 지장을 초래 할 뿐만 아니라 해양사고 등의 주된 원인 중에 하나로 주목되고 있다. 해당해역에 대해 안개는 봄부터 가을(4월부터 10월 사이)에 걸쳐 주로 발생하며 주로 장마철인 5~7월에 집중되며, 평균 발생일수는 3~4일, 평균 지속시간은 7~8시간 정도이다. 이로 인한 선박통항에 극히 제한을 받고, 선박의 안전을 위협하고 있는 주요 요소로 파악되었다.

4) 부산 신항 개발 전후의 조류의 흐름과 유속을 비교 조사한 결과에 따르면, 부산 신항 개발 시점인 가덕수도 주변해역의 창·낙조시 최강유속은 2.1노트이었으며, 개발이 진행 중인 2010년 8월 현재 전반적인 조류의 흐름은 크게 변화가 없으나, 가덕수도 주변해역의 창·낙조시의 최강유속은 2.0~1.8노트로 다소 감소한 것으로 파악되었다. 이러한 최강유속은 때론 조정성능에 제한을 받는 저속 운항하는 예부선의 통항안전을 저해하는 요소로 작용하고 있다.

5) 해상교통흐름에 대한 요소로써 부산항 가덕수도의 경우는 지형적 특성으로 신항로·마산·진해·부도수도·통영·안정항로 등 전국에서 가장 많은 7개의 항로가 서로 연계·설정되어 있어 선박의 통항이 복잡하고 교차하는 교통밀도가 매우 높은 항로이다. 특히 가덕수도 주의해역 "C"부이 만곡부 항로에서의 선박교차현상 및 병목현상이 자주 발생 선박의 안전에 상당한 위해요소로 작용하고 있는 것으로 조사되었다.

6) 또한 비교적 풍파의 영향이 적어 계절에 관계없이 년 중 다양한 어로작업이 성행하여 가덕수도 항로 및 인근해역에 어망설치 및 어선의 통항이 빈번하여 이로 인한 선박통항 장애 등 그 어느 때보다 잠재적 해양사고의 가능성이 상존하고 있는 것으로 파악되었다.

7) 부산 신항로의 경우 비교적 항로 폭이 협소하고, 방파제 등 항로와 근접한 수역에 천수구역, 섬 등이 있어 대형선의 입출항시 대각변침 및 상호 교행에 따른 위험이 뒤따르고, 연안여객선 및 준설작업 예부선, 어선 등의 통항이 혼잡하여 선박 운항자가 환경적 스트레스를 느끼고 있는 것으로 파악되었다.

8) 소형선의 운항여건을 개선하고 편의를 제공하기 위해 설정된 평수구역이 가덕수도를 전부 포함하고 있지 못하여, 평수구역에 한정된 운항허가를 받은 선박의 경우 가덕수도 입출항 항로를 가로질러 운항함으로써 입출항 선박에 대한 위해요소로 작용하고 있는 것으로 조사되었다.

9) 선종별 통항 조사 분석에 따르면, 해당해역에 대한 전체 통항선박 중 여객선(18%), 컨테이너선(14%), 화물선(12%) 등의 순으로 다양한 선박들이 통항하고 있으며, 특히 저속운항과 감항능력(堪航能力)이 뒤떨어진 예부선(39%)의 통항이 가장 많은 비중을 차지하고 있어 이로 인한 정체현상으로 비교적 혼잡도가 높고 선박안전 및 물류흐름을 저해하고 있는 것으로 조사되었다.

10) 해양사고의 조사 분석에 따르면, 최근 5년간 부산 신항만 인근해상에서 발생한 전체 해양사고의 99%이상이 300톤 이하의 소형선으로 특히 조종 성능이 떨어진 예·부선의 사고가 가장 많이 발생한 것으로 파악되었으며, 안개로 인한 저시정, 겨울철의 경우 찬 대륙성 고기압의 영향으로 기압차에 의한 높은 파도나 강한 바람이 부는 일이 잦아 강풍으로 인한 조종성능 저하 및 경계소홀, 조선후적절, 항법위반 등의 운항과실로 인해 항만부근 항로상에서 통항하는 선박과의 충돌사고가 많은 것으로 나타났다.

5.1.2 부산항 신항 가덕수도 Critical Point

본 연구의 해상교통 환경 조사·분석결과 선박통항 위해요소에 따른 해양사고의 잠재적 가능성이 높은 주요 위험구역(Critical Point)을 설정하였다, 이에 대한 환경개선 및 집중관리가 필요할 것으로 판단된다.

위의 위험구역(Critical Point)을 ㉠~㉢까지 설정 <그림 5-1>과 같이 도식화하였으며, 또한 이를 토대로 선박통항 안전성 향상방안을 제언하고자 한다. 설정기준은 선박이 교차·분기하는 해상교통 밀도가 높은 해역, 교통흐름이 복잡하고 해양사고의 위험이 높은 항로 출입구, 과거 해양사고 발생이 많은 해역에 주안점을 두었다.

Critical Point ㉠구역은 신항, 마산항 입출항 선박의 분기·교차지점이며, 또한 지형적으로 항로상 만곡부에 위치해 있어 극심한 병목현상 발생으로 동해역에서의 선박 충돌 가능성이 높아 고(高)위험 수역으로 분류되었다.

㉡구역은 기본항법을 무시한 채 운항구간을 단축(Short Cut)하고자 항로를 가로질러 입출항하는 예부선과 쾌속여객선, 어선 등으로 인해 해양사고 가능성이 상존하는 수역으로 분석되었다.

㉢㉣㉤구역의 경우는 가덕수도와 신항, 진해·마산항의 진출입로로써 비교적 교통밀도가 높고 분기·횡단선박이 많은 지점으로 특히 ㉣구역의 경우 항로 폭이 좁고 항로와 근접한 수역에 천수구역 및 섬이 있어 입항선의 경우 토도와

호란도 사이를 통과하고자 할 경우 대각변침(00→60도 이상)해야 하는 등 본선 주변의 지형적인 제약의 분포에 기인하는 조선(操船)환경 스트레스가 있는 것으로 조사 되었다. 이에 따른 대형선의 동시 입출항을 피하고, 시차제 등의 집중적인 통항관리가 요구되는 수역이다.



<그림 5-1> 부산 신항 가덕수도 Critical Point

5.2 선박통항 안전성 향상방안

해상교통의 주요 요충지라 일컫는 가덕수도는 부산항 신항과 진해·마산·고현·통영·안정항로 등 7개의 항로가 서로 연계 설정되어 선박의 교차·분기지점이 많고 선박통항과 교통밀도가 매우 높은 항로이다.

내만 형태의 독특한 지형적인 특징으로 비교적 풍파의 영향이 적은 것으로 나타났으나, 조종성능에 제한을 받는 소형 예부선의 경우 풍 압력과 조류의 영향으로 특히 안개로 인한 저(低)시정의 경우 선박통항에 극히 제한을 받고 있는 것으로 나타났다.

특히 부산항 신항의 경우 입출항선박이 3년 평균 대비 51.60%로 점진적인 증가현상이 뚜렷하고 또한 마산·진해방항의 출입항 선박도 소폭 증가 추세에 있어 가덕수도의 교통상황은 점차 복잡한 양상을 보일 것으로 판단되며, 동항만 및 가덕수도 주변해역에서의 잠재적 해양사고에 대해 선박운항자의 관점에서 통항안전성에 바탕을 둔 합리적인 관리방안이 강구되어야 할 필요성이 있다.

그리고 선박을 운항함에 있어서 종합적인 해상교통의 안전성은 선박과 선원, 교통 환경의 요소가 모두 적정한 안전성을 유지하여야 비로써 확보될 수 있다. 이 세 가지 요소 중 선박과 선원에 대한 최소한의 기준은 국제적으로 어느 정도 정립되어 있고, 이를 보장하기 위한 여러 가지 제도(SOLAS, STCW, IMS code)가 시행되고 있으나, 해상교통 환경이 갖추어야 할 안전기준에 대해서는 아직 국제적으로 명확한 기준이나 규정이 정립되어 있지 않으며, 특히 해상교통의 형태나 외력조건, 지형조건 등이 복잡해지는 항만이나 접근수로가 갖추어야 할 최소한의 안전조건에 대해서는 구체적인 기준이 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 실용연구 논문에 주안점두고 해양사고의 주된 원인이라 할 수 있는 선원의 운항과실에 의한 해양사고가 상당부분 환경적인 요소에 기인한다는 사실에 착안하여, 가덕수도에 대한 해상교통 환경 조사·분석을 통해 도출된 Critical Point의 잠재적 위해요소의 환경적 요소에 대해 항만의 특성을 고려하여 제도적, 교통안전 시스템 측면에서의 환경개선을 통한 선박운항자의 환경적 스트레스를 최소화하고, 안전운항을 도모하기 위한 선박통항 안전성 향상방안을 제안하고자 한다.

5.2.1 연안통항대(沿岸通航帶) 운항 가능선박 확대

Critical Point ㉔구역은 선박통항의 특별한 주의를 요하는 주의해역(Precautionary Area)으로서 신항, 마산·진해항 등의 입출항 선박의 교차·분기지점이며, 공사작업선, 어선 등의 무단횡단선박들로 인해 교통이 혼잡하고 또한 지형적으로 항로상 만곡부에 위치해 있어 극심한 병목현상 발생으로 실제 동해역 부근에서의 선박충돌 사고가 자주 발생하였고, 또한 잠재적 해양사고 가능성이 높고 고(高)위험 구역으로 조사 분석되었다.

또한 공사작업선 및 급유선, 중량물 적재, 과도한 예인 등으로 조종성능에 제한을 받는 예부선의 저속운항으로 인해 교통 혼잡도가 가중되고 있는 것으로 파악되었다. 이에 따른 선박교통 집중현상을 분산하여 혼잡도를 최소화 시키고, 선박통항의 안전과 효율성을 기하기 위해 연안 통항대 운항 가능선박에 대해 현행 30m(해상교통안전법 제 30조→20m/부산지방해양항만청 고시→30m)미만에서 40m 미만의 선박으로 확대 조정할 필요가 있다.

길이 30m이하인 선박의 경우는 통선이나 항내 역무에 종사하는 선박 등 극히 일부분에 해당될 뿐 실제 거의 모든 예선은 30m를 초과하는 선박들로 구성되어 있기 때문에 연안 통항대를 운항할 수 없는 실정이다. <그림 5-2>는 가덕수도를 벗어나 연안 통항대를 따라 운항하는 일부선박의 흐름을 보여주고 있다.



<그림 5-2> 연안통항대 운항선박

5.2.2 평수구역(平水區域) 확대, 소형선박의 운항제한 완화

Critical Point ⑥구역은 가덕수도와 부산항 신항 항계, 평수구역¹⁴⁾ 경계와 맞닿는 지점으로 소형선박의 빈번한 조우·교차관계가 형성되고 있으며, 또한 지형적으로 가덕수도를 통하여 출항하는 선박과 부산방향에서 입항하는 선박간의 시야 확보에 어려움이 있어 선박충돌 가능성이 매우 높은 곳이다.

당해 구역을 운항하는 선박들의 실태를 조사한 결과에 따르면 예부선, 쾌속 여객선, 어선 등이 기본항법을 무시한 채 운항구간을 단축(Short Cut)하고자, 입항선박의 경우 NO.2 부이를 벗어난 항로 밖으로 항행하고, 출항선박의 경우 "B"부이 부근해역에서 입항항로로 가로질러 출항함으로써 입출항 선박간의 충돌가능성이 상존하고 있다.

그러나, 평수구역이 가덕수도의 모든 수역을 다 포함하지 못하여 평수구역만을 운항하도록 제한되어 있는 선박의 경우 <그림 5-3>과 같이 부득이 일정지점에서 정상 침로를 벗어나 무리하게 항로를 가로질러 항행해야하는 현행제도의 불합리성으로 인해 항법문제가 발생 선박통항 안전을 위협하고 있다.

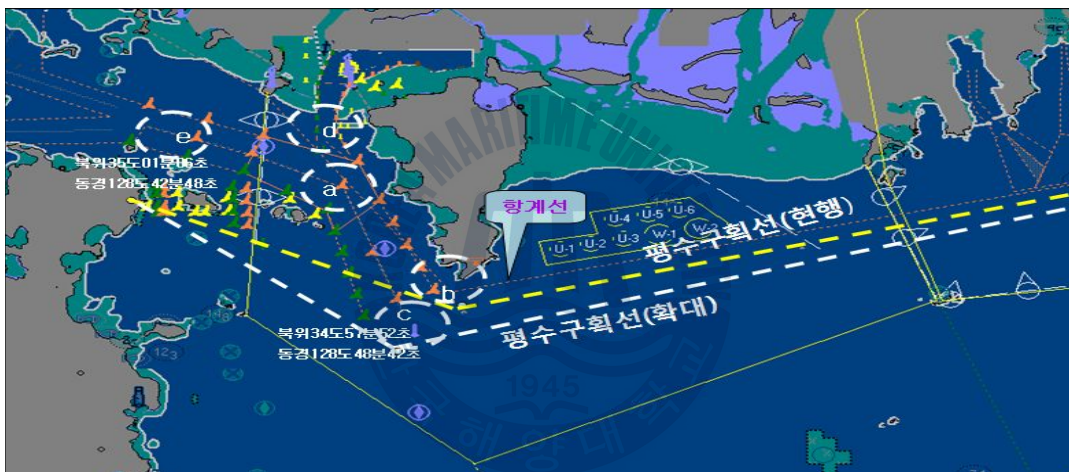
따라서 항로를 따라 운항해야 하는 통항분리 항로 항법과 평수구역만을 운항할 수 있는 선박의 운항제한에 따른 대립된 제도적 모순을 해소하고, 해상교통 질서유지 및 선박통항안전을 확보하기 위해 가덕수도를 전부 포함한 외측으로 평수구역을 확대 조정할 필요성이 있다.

평수구역의 확대조정 구획 범위는 <그림 5-4>와 같이 거제도 북부 산성산 동단 35° 01' 06" N, 128° 42' 48" E 으로부터 34° 57' 52" N, 128° 48' 42" E 를 지나 부산광역시 영도구 생도를 잇고 35° 11' 12" N, 129° 14' 30" E 를 지나 기장군 대변리 동남단에 이르는 선 안을 말한다.

14) 항내, 호수·하천등과 같이 평온한 수역을 말하며, 선박안전법 제8조 제3항에 따라 항해구역을 지정하는 경우에는 선박소유자의 요청, 선박의 구조 및 선박시설 기준 등을 고려하여 지정하여야 한다. 다만, 어선에 대하여는 항해구역을 지정하지 아니한다. 평수구역의 범위는 선박안전법 시행규칙 별표 4, 제 15조 제 2항에 규정하고 있다.



<그림 5-3> Short Cut 항행선박 현황



<그림 5-4> 평수구역 확대조정 구획선

5.2.3 통항분리대(TSS ZONE : Traffic Separation Scheme) 설치 운용

Critical Point ㉠구역은 가덕수도 접근수역으로 선박통항 밀집도가 가장 높은 혼잡한 수역이다. 가덕수도를 통한 입출항선박과, 유도등부표(Racon Sea Buoy) 부근해역을 가로 질러 동서, 남북 방향으로 교차·분기하는 선박통항의 움직임이 가장 활발한 곳으로, 부산항 방향으로 출항하는 선박의 경우 "A"부이와 Racon Sea Buoy 사이를 가로질러 출항함으로써 입항선의 위해요소로 작용하고 있으며, 특히 부산항 쪽에서 입항하는 선박의 항로를 가로막는 형태가 되어 선박충돌 가능성이 높다.

따라서 가덕수도 접근수역에 대한 통항분리대는 제 3장에서 살펴본 바와 같이 해상교통조사에 따른 교통흐름과 지형적 구조(open sea)를 최대한 반영하여 이등변삼각형 형태의 통항분리대를 설치함으로써 교통의 흐름을 단순화하고, 입출항 선박의 교차관계를 최소화하여 충돌위험성을 방지하며, 항로 진출입에 따른 안전운항과 선박의 자유로운 움직임을 방해하지 않고, 원활한 교통흐름을 유도하기 위해 <그림 5-5>와 같이 지정하였으며, 그 좌표는 다음과 같다.

통항분리대는 **a**지점 34° 58' 30" N, 128° 48' 33" E. **b**지점 34° 57' 52" N, 128° 48' 42" E. **c**지점 34° 57' 54" N, 128° 48' 55" E. 을 서로 잇는 선 안 (최대 폭 0.2마일)을 말하며, 입출항선박의 항법은 해상교통 안전법 제 30조 통항분리방식의 항법에 따른다.



<그림 5-5> 가덕수도 접근수역 TSS ZONE

5.2.4 신항 항로 폭 확장 및 가덕수도 항로표지 일부 폐지

선박을 운항함에 있어 수심이나 방파제, 천수구역, 통항분리대, 항로표지 등과 같은 항행조건, 본선 주위에 존재하는 타 통항선박과 같은 해상교통조건 등 선박 운항자를 둘러싼 다양한 환경조건이 운항자에게 주는 환경적 스트레스가 상당하고 주요한 위해요소로 작용하고 있다.

특히 선박통항의 교통밀도가 높고 제한된 수역 또는 항행상의 장애물로 인하여 선박의 자유로운 움직임을 제한을 받는 곳에서는 행해의 안전을 확보하기 위한 통항분리와 적절한 항로표지의 설치가 필요하다.

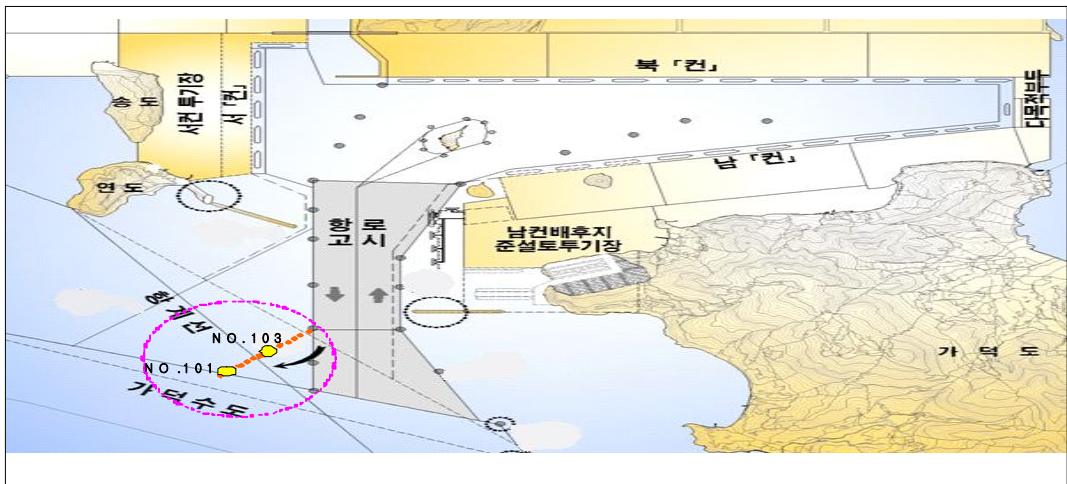
따라서 입출항 선박의 교행과 대각변침에 따른 여유수역 확보와 선박 운항자가 느끼는 환경적 스트레스를 최소화하기 위한 대책의 일환으로 신항 항로 폭 확장 및 가덕수도의 항로표지 일부를 폐지할 필요가 있다.

1) 신항 항로 폭 확장

Critical Point ㉔구역은 신항만 진출입을 위한 단일 항로로써 부산항 제 5 항로로 지정 운영되고 있다. 그러나 가덕수도 및 인근항만의 항로에 비하여 비교적 항로 폭이 협소하고, 항만 내 항로와 접한 수역에 섬과 천수 구역이 존재하는 등 항로자체가 구조적으로 안전사고 취약성을 보유하고 있으며, 컨테이너선, 여객선, 급유선, 항내 각종 공사작업 예부선 등 다양한 선박들의 통항이 혼잡하게 이루어지고 있는 곳이다. 이에 대한 선박운항자의 각별한 주의와 안전한 해역에서 선박이 상호 교행 할 수 있도록 선박통항 관리가 필요한 항로이다.

특히, 대형 컨테이너 입항선의 경우 신항로 이탈 항내 진입시 토도와 호란도 사이를 통과하기 위한 대각변침과 가덕수도 주의해역을 통과 마산항 방향에서 신항으로 입항키 위한 대각변침, 출항선의 경우 신항로 이탈 마산항 방향으로 가기위한 대각변침 등 지형적, 항로 구조적 여건으로 인해 운항자가 느끼는 부담이 큰 것으로 나타났다.

따라서, 대형컨테이너 선박의 입출항에 따른 여유수역과 통항안전성 확보를 위해 신항 항로 입구 폭 확장을 <그림 5-6>과 같이 제언한다. 이에 따른 항로 표지 NO.101번은 35° 02' 21" N, 128° 46' 33" E 서측방향으로 0.25마일(463m)이동하고, NO.103번은 35° 02' 32" N, 128° 46' 39" E 서측방향으로 0.16마일(296m) 이동 재배치한다.



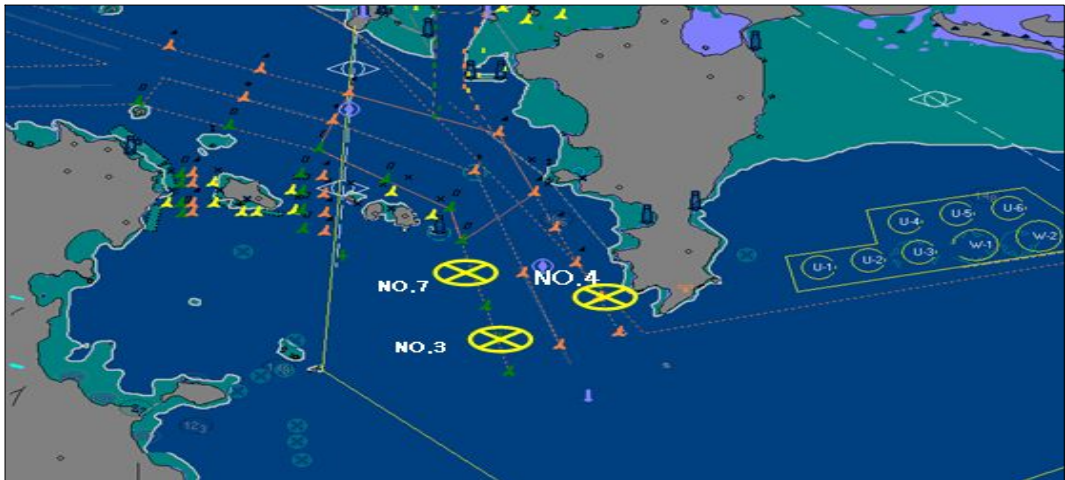
<그림 5-6> 신항 항로 폭 확장

2) 가덕수도 항로표지 일부 폐지

가덕수도에는 Racon Sea Buoy(유도등부표)를 포함하여 총 26개의 항로표지등이 설치 운용되고 있다. 대부분 1마일 간격을 두고 적절히 설치되어 있으나, 일부구간에는 항로표지가 0.5마일 간격으로 조밀하게 설치되어 있어 선박 통항의 장애요소로 작용하고 있다.

특히 예인선열이 200m를 초과하는 선박이 항로를 진출입하고자 할 경우나, 급박한 위험을 피하기 위해 항로를 이탈할 경우 등 부이간의 간격이 조밀하여 적정위치에서의 이탈이 어렵고, 특히 야간에 동시 점멸하는 섬광 빛(F1(4)G8s)으로 인해 눈부심이 심해 시야확보에 어려움이 있으며, 공사작업 부이 등으로 오인 하는 등 선박운항자의 입장에서 불편을 느끼고 있는 것으로 파악되었다.

따라서, 항로 진출입을 위한 선박의 자유로운 움직임을 용이하게 하고, 선박 통항에 대한 안전성과 효율성을 확보하기 위하여 <그림 5-7>과 같이 조밀하게 설치된 가덕수도 항로표지 NO.3번,4번,7번의 폐지를 제언한다.



<그림 5-7> 가덕수도 항로표지 일부 폐지

5.2.5 어선관련 선박통항 안전성 향상방안 강구

중앙 해양안전심판원의 해양사고 통계결과 <표 5-1>에서도 나타난 바와 같이 지난 5년간의 선종별 해양사고 발생현황을 보면 전체 사고 중 어선의 비율이 타 선종대비 평균 71.40%이상으로 월등히 높음을 알 수 있으며, 신항만의 경우에서도 어선이 10.30%로 점진적인 상승세를 보이고 있는 것으로 분석되었다.

<표 5-1> 선종별 해양사고 발생현황

구 분	계	어 선	여객선	화물선	유조선	예부선	기 타
2005년	884척	657	8	99	24	72	24
2006년	865척	584	17	110	43	93	18
2007년	759척	495	13	96	31	109	15
2008년	636척	435	19	63	25	82	12
2009년	915척	725	7	83	18	59	23

출처 : 중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr)

이렇듯 어선의 사고 비율이 높은 이유는 선원의 안전의식 부족에서 비롯된 기본 항법을 무시한 무리한 운항 및 어선종사자의 고령화, 선체노후, 선체특성상 해양기상 등의 자연환경에 대한 대항능력 부족 등이 주요 요인으로 파악되었으며, 선박통항관리의 제도권 밖에 있는 점도 하나의 요인이라 할 수 있다.

최근 통항관리를 맡고 있는 지방해양항만청 해상교통관제운영규정을 개정(국토해양부 훈령 제 615호, 2010.8.13) 길이 45m 이상의 어선에 대해서 관제대상 선박으로 포함시켜 어선에 대한 통항관리를 하고 있으나, 아직 실효성을 거두지 못하고 있는 실정이다.

무엇보다 어선의 특성을 고려하여 관리 주체의 현실적인 대응방안이 강구되어야 한다. 특히 어선원을 대상으로 한 해상교통안전의식 함양 및 양성·교육과 계몽에 중점을 둘 필요가 있으며, 어선관리 주체(농림수산식품부, 수협 어업정보통신국)와 해경, 항만당국과의 협조체제 유지 및 중장기적 관점에서 통합적 안전관리시스템을 구축하여 어선으로 인한 해양사고를 최소화하고 안전한 해양환경을 조성해야 한다.

따라서 항로상에서의 불법조업으로 인한 해양사고의 잠재적 가능성과 통항장애로 인한 항만물류흐름에 악영향을 미치고, 해양사고의 주된 요소로 부각되고 있는 어선에 대해 중단기적 관점에서 몇 가지 제언하고자 한다.

첫째, 어선식별을 위해 일정 규모(톤수 또는 선박길이)이상의 어선에 대한 AIS 설치 의무를 제도화하여 선박식별을 용이하게 해야 한다.

둘째, 어선과 일반 선박간의 교신을 위한 VHF무선설비 설치를 유도, 청수의무를 부여하여 통항정보 제공 및 일반 선박과의 통항관련 정보의 교환이 가능토록 하고, VHF를 법정장비로 규정하는데 따르는 경제적 부담에 대하여 어선의 영세성을 고려하여 일정부분 국고지원 등의 지원책도 강구되어야 할 것이다. 또한 단기적 관점에서 어선과 해안국간의 교신·연락체계(SSB)를 확립하여 상호 안전운항을 도모해야 한다.

셋째, 해상교통안전법의 적용을 받는 항로상에서의 어로행위에 대해 부분적 허용에서 전면적으로 금지하는 규제를 강화할 필요가 있다.

5.2.6 안개로 인한 저(低)시정 특보시스템 조기 개발

기상청의 기상특보 발효기준에 따르면, 풍랑이나 태풍의 경우, 계측기 등에 의한 각종 기상데이터를 종합 분석하여 일정기준치 이상이 되면 특보를 발효하고 또한 그러한 예보가 객관적인 신뢰성을 확보하고 있다.

그러나 안개로 인한 저시정의 경우 객관적이고 표준화된 시정주의보 등의 특보발효 기준이 없어 안전운항을 위한 사전대응이 어렵고, 국지적이고 변동성이 큰 안개의 특성으로 인해 선박통항 안전을 위협받고 있다.

따라서 항계 내 또는 항로상의 적정한 위치에 시정을 정확히 측정할 수 있는 계량계측기(計量計測器)등을 설치하여 이를 종합 분석 객관성을 확보 할 수 있는 표준화된 저시정 특보시스템이 조기에 개발되어 해양사고의 예방기능을 강화해야 할 것이다.



제 6 장 결 론

6.1 요 약

본 연구에서는 해상교통 환경변화에 따른 교통이 혼잡하고 교차하는 교통밀도가 높은 부산항 신항 가덕수도를 중심으로 선박통항에 영향을 미칠 수 있는 자연환경요소와 당해 해역에 대한 종합적인 교통흐름의 특성 및 해양사고에 대해 심층적인 조사 분석을 실시 위해요소를 도출하여 선박통항 안전성 향상방안에 대해 제언하였다.

먼저 바람, 안개, 조석, 조류 등의 해상 기상요소와 지형적 특성에 대한 자연환경을 파악하였다. 분석결과 당해 해역에 대한 주 풍향은 NE과 NNE이며, 평균 풍속은 3.34m/s이다. 소형선박이 항해에 어려움을 느끼는 풍속은 8m/s 이상의 강풍이 부는 경우로, 이러한 강풍(強風)은 한 달 중 보통 20일 이상 나타난 것으로 파악되어 소형선박의 항행에 있어 바람의 영향이 큰 것으로 나타났다.

특히 안개로 인한 저(低)시정으로 인해 선박통항에 극히 제한을 받고 있는 것으로 파악되었으며, 안개는 봄부터 가을에 걸쳐 주로 발생하며 장마철인 5~7월에 집중된다. 평균 발생일수는 3~4일, 평균 지속시간은 7~8시간 정도로 나타났다. 이에 대한 선박항행에 특별한 주의가 요망된다.

다음은 선박통항에 지대한 영향을 미치는 요소라 할 수 있는 교통흐름과 통항패턴, 교통량 등을 파악하기 위해 선종별, 크기별, 일자별, 시간별 선박 항적데이터를 분석하였다. 이에 따른 분석결과 종합적인 해상교통량과 특성을 파악할 수 있었으며, 보다 정확한 교통조사를 위해 당해 해역에 대해 OD라인 7지점과 18구간의 통항 경로대를 설정하여 분석함으로써 각 구간별 항적도와 통항척수, 속력 등의 세부적인 결과를 얻어 낼 수 있었다. 또한 OD별 기종점 분석을 통해 얻은 구간별 비율은 C↔G(부산-마산·진해 방향간)의 통항경로대가 전체통항의 29.09%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 파악되었다.

주목 할 부분은 가덕수도를 경유하여 신항으로 입·출항한 선박보다 마산·진해·고현 방향으로 입출항하기 위한 통과 선박들의 항적빈도수가 약 4배 정도 더 많은 것으로 파악되었으며, 임해공업지역 및 항만개발에 따른 작업선과 조선기자재 등의 중량화물을 운송하는 조종성능에 제한을 받는 예·부선의 통

항이 39.19%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 위의 선박들의 저속 운항으로 항로상에서 정체현상 및 혼잡도가 더 한층 가중된 것으로 파악되었다. 특히 개발단계인 신항만의 경우 입출항선박이 3년 평균 대비 51.60%로 점진적인 증가현상이 뚜렷하게 나타났고 또한 마산·진해방향의 출입항 선박도 소폭 증가할 것으로 예상됨에 따라 가덕수도의 교통상황은 점차 복잡한 양상을 보일 것으로 사료된다.

위의 분석된 자료를 토대로 장래 당해 해역에 대한 예상 통항량을 산출하고 이를 토대로 추정교통량을 계산하여 그 값이 허용 교통량 범위 내에 들어가는지의 여부로써 교통 혼잡도를 평가하였다. 가덕수도 통항선박의 평균속력 10노트, 최소항로 폭을 기준, 실용 교통용량 대비 추정 교통량에 대한 혼잡도가 73.44%로 인근 마산(37.20%)·진해(3.30%)항로 등에 비해 교통이 매우 혼잡할 것으로 예측된 결과를 얻어 냈다.

그리고 동 해역에서 발생한 각종 해양사고의 경우 99%이상이 300톤 이하의 소형 예·부선이며, 어선 및 급유선 또한 해양사고 발생의 주된 요소로 부각되고 있다. 강풍으로 인한 조종성능 저하 및 특정수역에서의 선박집중현상으로 혼잡도 증가, 경계소홀, 조선부적절, 항법위반 등의 운항과실에 따른 사고가 주요원인으로 분석되었으며 특히 항만부근 항로상에서 통항선박과의 충돌사고가 많은 것으로 나타났다.

이에 대한 안전의식 고취와 기상상황을 감안한 운항계획, 교통 혼잡에 따른 선박분산대책 등의 집중 항행관리가 절실하며, 환경개선을 비롯한 종합적인 통항안전 대책방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다.

6.2 제언 및 향후과제

해상교통 환경에 대한 조사 분석을 통해 도출된 위해요소 및 Critical Point의 잠재적 위해요소에 대해 환경개선을 통한 선박통항 안전성 향상방안을 제 5장에서 구체적으로 제안하였다.

무엇보다 통항량이 가장 많고 조종성능에 제한을 받는 소형 예·부선에 대해 선박의 안전을 고려한 연안통항대 통항을 일정규모(선박길이 30m→40m미만으로 확대조정) 미만의 선박에 대해 허용, 해상교통을 분산시킴으로써 혼잡도를 줄이고, 선박통항 안전성 확보에도 기여할 것으로 판단된다.

또한 해양사고의 주된 요소로 부각되고 있는 어선에 대한 통항안전성 확보를 위해서 교신체계를 확립하고, 개항질서법의 적용을 받는 항계 내 뿐만 아니라 해상교통안전법의 적용을 받은 항계 밖 지정항로(가덕수도)에 대해서도 어로행위를 전면 규제하여 선박 안전운항을 확보할 필요성이 있다.

아울러 교통 환경이 열악한 항만부근 및 연안 해역에 대한 선박항행에 위해요소가 될 수 있는 교통량, 항행보조시설, 항로구조 등의 잠재적 요소 및 불필요한 규제, 제도적 모순 등의 불합리한 사항들을 사전 발굴하고, 항로이탈여부, 규정 속도 및 항법준수 등의 운항 상황에 대한 적극적인 통항관리로 선박의 안전운항을 확보하고, 해상오염방지·항만효율을 증진하기 위한 다양한 검토와 연구와 노력이 지속되어야 할 것이다.

모든 해양사고는 사후 대응보다 사전 예방기능을 강화 교통 환경을 개선하는 것이 무엇보다 중요하다. 향후, 연차적인 부산항 신항 건설계획 및 임해공업지역 개발에 따른 환경변화에 능동적으로 대처하고 거가대교 및 대죽도와 가덕도를 잇는 해저 침매터널 완공, 임해 공업지역의 건설 등 해상교통 환경변화를 예고하고 있어 현재 또는 장래의 선박통항 안전을 고려하여 대상항로에 대한 재평가·분석이 필요하다.

특히 본 연구 과정에 있어서 RADAR, AIS 및 전자해도를 기반으로 한 해상교통조사의 선박통항관련 수집된 자료에 대한 분석과정이 일부 수작업에 의존하였고, 또한 레이더 탐지가 불가능한 극히 소형선으로서 AIS 설치가 되지 않았거나, 잡종선, 어선 등의 경우 데이터 처리가 안 되어 이에 대한 오차를 완전히 배제할 수 없으며, 이를 보완할 수 있는 해상교통량 분석 시스템 등에 의한 좀 더 정확하고 과학적인 분석방법이 필요할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서 미진했던 부분에 대한 선박운항자, VTS 관제사, 도선사, 학계 및 전문가 등의 종합적인 의견수렴과 개선방안에 대한 타당성을 검증 할 수 있는 시뮬레이션 등의 보다 과학적인 접근방법과 선박통항 안전성 평가 및 향상방안에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.



참 고 문 헌

- [1] 강영식, “부산항 접근수역에 대한 해상교통안전성평가에 관한 연구”, 한국해양대학교 공학석사 학위 논문(2001)
- [2] 공인영, “해상교통안전성 평가를 위한 환경스트레스 모델의 특성고찰”, 제27권 5호, 한국항해항만학회(2003)
- [3] 국립해양조사원, 「해양관측예보」, (1999, 2010)
- [4] 국토해양부해사안전정책과, “전국무역항위해요소조사결과보고”, (2009)
- [5] 기상청, 「기상연감」, (2003, 2009)
- [6] 김대희, 송재욱, 정민, “AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석시스템 개발에 관한 연구”, 제31권 1호, 한국항해항만학회(2007)
- [7] 농림수산식품부, 「어선통계정보」, (2009)
- [8] 등정궁평(藤井弥平) 외 2명, 《해상교통공학》, 海文堂(1981)
- [9] 박성호, “부산항 VTS의 효율적인 운영방안에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문(2006)
- [10] 박진수, 《해상교통공학》, 한국해양대학 해사도서출판부(2001)
- [11] 이철영 외 10명, “우리나라 연안의 해상교통관리시스템 설치를 위한 기초 연구”, (1998)
- [12] 윤병원, “선박교통의 관제실태와 VTS 운영 개선방안”, (2004)
- [13] 정 민, “레이더 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템 개발에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문(2005)
- [14] 중앙해양안전심판원, 「해양사고 통계자료」, (2005~2009)
- [15] 김용욱, “진해-거제항로 카페리의 통항 안전성 평가에 관한 연구”, 한국 해양대학교 석사학위논문(2006)
- [16] 한국해양대학교 해사산업 연구소, “진해만 해역 해상교통 환경평가 연구 용역 보고서”, (2009)
- [17] 해양수산부, “항로표지 장기개발 계획에 관한 조사 연구”, (1998)
- [18] 해운항만청, 《항만시설물 건설기준서(상권)》, PP. 12~15.(1993)

感謝의 글

누군가에게 감사의 말씀을 전할 수 있다는 것은 참으로 소중하고 가치 있는 일이 아닌가 싶습니다. 짧지 않은 2년간의 대학원 생활, 학업과 직장생활을 병행하는 것이 결코 쉽지만은 않았지만 뒤통지 지 않고 무사히 소정의 과정을 마치고 학위를 취득할 수 있게 된 것은 그 동안 저를 도와준 많은 고마운 분들이 있었기 때문이라 생각합니다.

무엇보다 본 논문이 완성되기까지 세심한 지도와 격려로 이끌어주신 남기찬 지도교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 심사 과정에서 아낌없는 지도편달을 해주신 신재영 교수님과 박진희 교수님 그리고 남다른 열정으로 심도 있는 강의를 해주신 향만물류학과 교수님들과 학교생활 중에 많은 추억과 보람을 함께 나누었던 여러 학우님들께도 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

2년간의 심도 있고 체계적인 교육과정을 통해서 향만물류에 대한 학문적 가치의 중요성과 비전, 그리고 우리들이 지녀야 할 사명감이 무엇인가에 대해서 배웠습니다.

그리고 학업과 직장생활을 병행하는 과정에서 직장 동료들의 협조와 배려가 큰 힘이 되었던 것 같습니다. 특히 본 연구 과정에서 여러모로 도움을 준 직장 동료 분들에게 지면을 통해서나마 깊이 감사드리며, 오늘의 작은 결실에 안주하지 않고 신념과 의지를 가지고 항상 겸손한 자세로 꾸준히 노력하는 좋은 모습을 보이도록 하겠습니다.

끝으로 대학원 과정을 무사히 마칠 수 있도록 늘 곁에서 따뜻하게 도와 준 사랑하는 아내와 가족들에게 감사와 사랑을 전하며, 이 작은 결실의 기쁨을 함께 하고자 합니다.